Système d’archivage pour un contrôle continu du compactage

CDS-012-J



CDS-012-051F/0007



Sommaire

1. INTRODUCTION

1.1. LE CONTEXTE

Ces quelques dernières années les conditions de compactage et de contrôle de matériau non compacté ont sérieusement changé. Jusqu'il n'y a pas bien longtemps, le compactage était considéré comme étant de moindre importance dans le processus de construction, mais de nos jours, avec la demande croissante de qualité et une situation économique qui s'empire, le besoin de meilleurs compactages a formidablement augmenté. Une étude financière détaillée du coût total d'une route montre clairement que la durabilité de la coûteuse couche d'asphalte dépend en grande partie de la capacité portante du sol, et donc des résultats du compactage.

Les méthodes traditionnelles de contrôles locaux qu'on utilise maintenant pour vérifier les résultats du compactage ne donnent ni l'information générale nécessaire concernant un chantier, ni l'information détaillée nécessaire de chaque mètre carré compacté. L'électronique moderne a cependant rendu possible de faire des mesurages pendant le compactage lui-même et de traiter, analyser et présenter une grande quantité de données. Le compactomètre électronique intégré dans le compacteur et le système monté sur le compacteur pour un archivage de tout le processus de compactage a tout à fait modifié la technologie de compactage.

Les exigences et les possibilités d'aujourd'hui ont été remarquées par les autorités d'un nombre de pays européens, qui ont donc édité de nouvelles spécifications et/ou révisé les règles et les spécifications existantes pour les faire correspondre aux conditions actuelles. Ainsi, depuis 1994, les spécifications suédoises, finlandaises, allemandes et autrichiennes contiennent un contrôle continu du compactage (CCC).

1.2. CONTENU

Ce manuel a pour but de donner au lecteur une vue totale et des informations détaillées concernant le contrôle continu du compactage, CCC, et de résoudre les questions concernant la mise en pratique de CCC.

Dans le deuxième chapitre, Compactage de la terre et de matériel rocailleux, le lecteur reçoit un aperçu de l'équipement et des procédures pour le contrôle du compactage et le compactage de la terre et de roches abattues. Le chapitre 3, Contrôle continu du compactage, CCC, décrit le CCC en pratique.

Le chapitre 4, Composants du système CDS, et le chapitre 5, Installation, décrivent les éléments du système et comment installer le système.

Le chapitre 6, Instructions pour l'utilisation, contient des instructions pour l'opérateur et le chapitre 7, Menus, donne une information détaillée sur le logiciel du système.

Le chapitre 8, Rapport, examine le contenu de la copie papier avec l'archivage en une page.

Le chapitre 9, Localisation des défauts, offre des solutions aux problèmes courants. On y trouve aussi une description schématique de la manière de localiser les défauts qui font que le système fonctionne mal, et de réparer les défauts.

Le chapitre 10, Imprimante, explique comment connecter une imprimante au système.

Les données stockées dans le système d'archivage peuvent être transférées sur un PC pour une analyse et un traitement ultérieurs. Les logiciels pour le traitement et la transmission de données CDS sont décrits au chapitre 11, Logiciel de traitement de données.

Au chapitre 12, Remplacer l'EPROM, il est décrit comment remplacer l'EPROM dans le CDS.

Les spécifications du système sont énumérées au chapitre 13, Spécifications techniques, et le chapitre 14, Pièces détachées, contient une liste des accessoires du système.

Le chapitre 15, Références, contient une liste de livres et de publications qui donnent de plus amples informations concernant le CCC.

2. COMPACTAGE DE TERRE ET D'ENROCHEMENT

Ce chapitre décrit brièvement les outils et les procédures utilisés dans le compactage et au cours du contrôle du compactage de la terre et d'enrochement. La place manque ici pour décrire en détail toutes les conditions préalables et les méthodes utilisées. Pour plus d'informations il faut donc se référer à d'autres écrits techniques sur le sujet (voir chapitre 15, Littérature).

2.1. OUTILS DE COMPACTAGE

Le but du compactage de couches non compactés de terre et d'enrochement, est d'agrandir la capacité du sol de supporter une charge statique déterminée, par exemple un bâtiment, ou une charge dynamique, par exemple le trafic sur une route. Le compactage doit être fait efficacement de manière à obtenir une surface compactée uniformément en le moins de temps possible sans obtenir des zones trop ou trop peu compactées. Un compactage irrégulier causera très probablement des différences de tassement qui peuvent éventuellement endommager la construction (bâtiment, route, piste d'envol et d'atterrissage, etc.).

Le compactage de couches de terre ou d'enrochement au cours de la construction de routes, de chemins de fer, de pistes d'envol et d'atterrissage, de bassins ou de décharges, se fait normalement au moyen d'un ou de plusieurs compacteurs appropriés.

De nos jours, il y a trois types de compacteurs différents :

- Les compacteurs statiques
- Les compacteurs vibrants
- Les compacteurs oscillants

La figure 1 montre les trois types de compacteurs.

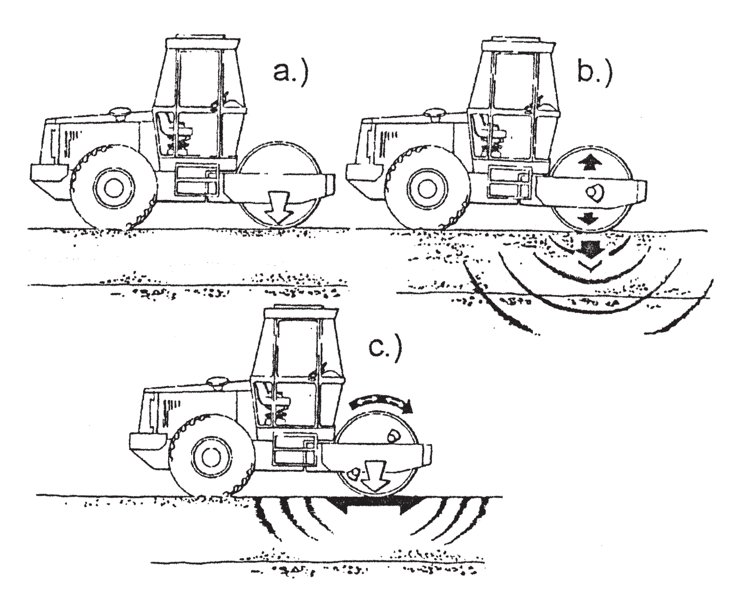


Figure 1. De gauche à droite :

a) compacteur statique
b) compacteur vibrant
c) compacteur oscillant

Chaque type de compacteur connaît un nombre de modèles différents, par exemple un compacteur simple, un tandem, un compacteur tiré ou automoteur. Un compacteur peut se spécifier par ses paramètres statiques (diamètre du rouleau, longueur du rouleau, charge linéaire, poids etc.) et par ses paramètres dynamiques (amplitude de vibration, fréquence de vibration, vitesse du compacteur, direction du rouleau par rapport à la direction excentrique de rotation etc.).

Les compacteurs statiques (voir figure 1) n'utilisent que leur poids pour compacter. Ils ne peuvent donc pas être utilisés pour le CCC et nous n'en parlerons plus ici.

Compacteurs vibrants

Les compacteurs vibrants ont un ou deux rouleaux vibrants (voir figure 1). La vibration est causée par un poids excentrique qui tourne à l'intérieur du rouleau. Le poids excentrique tourne avec une fréquence de 20-40 Hz (Hz = Hertz = tour par seconde) et fait vibrer le rouleau avec une amplitude de 0,5-2,0 mm.

La plupart des compacteurs vibrants ont deux amplitudes (basse et haute) et chacune de ces amplitudes a une fréquence correspondante (normalement une basse amplitude se combine à une haute fréquence).

Il y a des cas où une combinaison du poids du compacteur, une fréquence déterminée, une amplitude déterminée et l'état de la couche compactée font que le compacteur vibrant fait un double saut, ou passe dans le mode en résonance. Lorsque le compacteur fait un double saut ou passe au mode en résonance, il fonctionne de façon très étrange. Le niveau du bruit augmente considérablement et le compacteur est violemment secoué. Cette situation doit être évitée au compactage car :

1. Elle affecte négativement les résultats du compactage. Le matériau peut par exemple se relâcher et être écrasé.
2. Les secousses violentes peuvent diminuer la durabilité du compacteur.
3. L'environnement souffre de ces vibrations violentes.
4. L'environnement de l'opérateur du compacteur devient insupportable.
5. Les valeurs CMV sont affectées.

Si le double saut ou le mode en résonance survient à haute amplitude, il est conseillé de passer à la basse amplitude. Lorsque cela arrive à basse amplitude, il faut cesser le compactage avec ce compacteur et utiliser un autre compacteur pour continuer à travailler au même endroit.

Compacteurs oscillants

Les compacteurs oscillants (voir figure 1) fonctionnent selon des principes de compactage nouveaux et brevetés. Un compacteur oscillant est équipé de deux arbres excentriques à rotation synchrone. La rotation des arbres provoque le mouvement alternant très rapidement d'arrière en avant du rouleau au lieu du mouvement vers le haut et vers le bas du rouleau vibrant (impact vertical sur le sol). Le rouleau oscillant ne se soulève jamais du sol, mais le compactage se fait par une combinaison du poids du rouleau (comme pour un compacteur statique) et la force transversale (se frottant dans le sol).

En général, les compacteurs oscillants ont les mêmes amplitudes et fréquences que les compac-

teurs vibrants correspondants. L'amplitude des compacteurs oscillants est aussi exprimée en mm, mais ici il s'agit de l'amplitude tangentielle d'oscillation (contrairement à l'amplitude de vibration verticale pour les compacteurs vibrants).

Les compacteurs oscillants offrent beaucoup d'avantages comparé aux compacteurs statiques et vibrants :

- Les compacteurs oscillants compactent avec la force de leur poids et avec la force transversale, contrairement aux compacteurs statiques qui compactent uniquement avec la force de leur poids.
- Les compacteurs oscillants ne se soulèvent pas du sol, et ne heurtent donc pas le sol. C'est pourquoi le compactage au moyen de compacteurs oscillants est plus lisse et plus uniforme que le compactage au moyen de compacteurs vibrants qui heurtent le sol.
- Les compacteurs oscillants ont un effet de profondeur plus serré que les compacteurs vibrants. Ceci est un avantage pour le compactage de couches minces, mais un inconvénient pour le compactage de couches d'une épaisseur de 40-50 cm.

Il est important de souligner que pour ces trois types de compacteurs, on obtient une haute efficacité lorsque le compactage se fait à une vitesse appropriée du compacteur, et pour les compacteurs vibrants et oscillants, avec la fréquence et l'amplitude optimales. Pour obtenir un compactage uniforme, il est important de diviser la zone à compacter en bandes parallèles et de compacter ces bandes avec un certain degré de chevauchement.

2.2. METHODES DE CONTROLE DU COMPACTAGE PAR TESTS LOCAUX

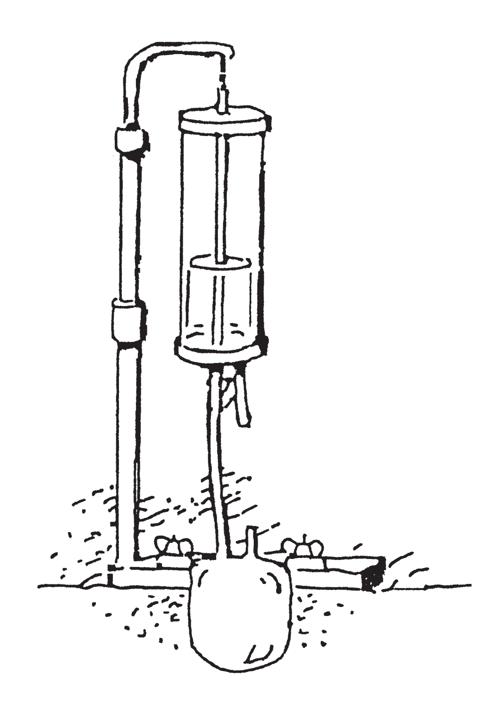
Le matériau à compacter, par exemple la terre, le gravier ou l'enrochement, peut avoir des propriétés très variables (forme du grain, dimension du grain, granulométrie, contenu en eau) et ceci peut rendre le compactage et le contrôle du travail encore plus difficile.

La possibilité et la facilité de compactage et du contrôle peuvent aussi dépendre de l'épaisseur et de l'état de la couche qui doit être compactée (non compactée, mal ou bien compactée, irrégulièrement ou uniformément compactée) et de l'état du sol ou des couches inférieures (molles, dures).

Traditionnellement, on contrôlait le compactage par des méthodes de vérification locales destinées à déterminer la densité des matériaux ou le module E des couches à plusieurs endroits. Les méthodes le plus souvent utilisées sont : le mesurage de la densité, l'essai de charge sur plaque et le fleximètre d'essai à masse tombante.

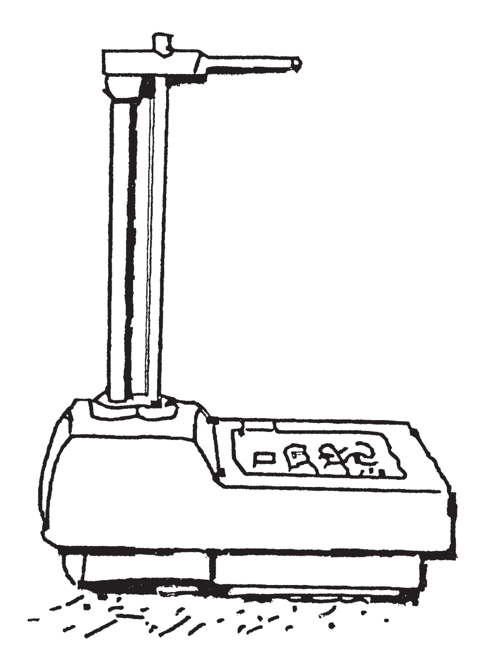
2.2.1. Mesurage de la densité

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer la densité d'un matériau déterminé « in situ », c.-à-d. sur site, et les plus utilisées sont celles qui utilisent un ballon d'eau ou une sonde radiométrique. Voir respectivement les figures 2 et 3.



Pour déterminer la densité du matériau au moyen du test avec le ballon d'eau, il faut creuser un trou d'environ 1-2 litres dans le matériau, déterminer le volume du trou au moyen d'une vessie en caoutchouc remplie d'eau, ensuite peser le matériau enlevé, le faire sécher et le peser de nouveau. Le poids du matériau séché, divisé par le volume du trou donne la densité de l'échantillon sec en g/cm3.

Figure 2. Mesurage de la densité avec le ballon d'eau.



Le mesurage de la densité avec une sonde radiométrique est basé sur l'aptitude du matériau compacté à amortir ou à atténuer les rayons gamma. Il y a deux types d'instruments de mesurage de radiation :

- Le densimètre par radiation réflétée (rétrodiffusion)
- Le densimètre par radiation transmise

Chez le densimètre à rétrodiffusion la source de radiation et le détecteur se trouvent tous les deux sur la face inférieure, tandis que le densimètre par radiation transmise a la source de radiation sur le bout d'une sonde qu'on enfonce d'environ 30 cm dans le matériau (voir figure 3). Le détecteur est placé sur la face inférieure du densimètre ou au bout d'une autre sonde (le densimètre à double sonde) qu'on enfonce aussi, parallèlement à la sonde avec la source de radiation.

Figure 3. Mesurage de la densité au moyen d'une sonde radiométrique

L'effet de profondeur d'un densimètre à rétrodiffusion est d'environ 7 cm dans la terre normale et dans les couches d’enrochement, et celui d'un densimètre par radiation transmise à une sonde est de maximum 20 cm.

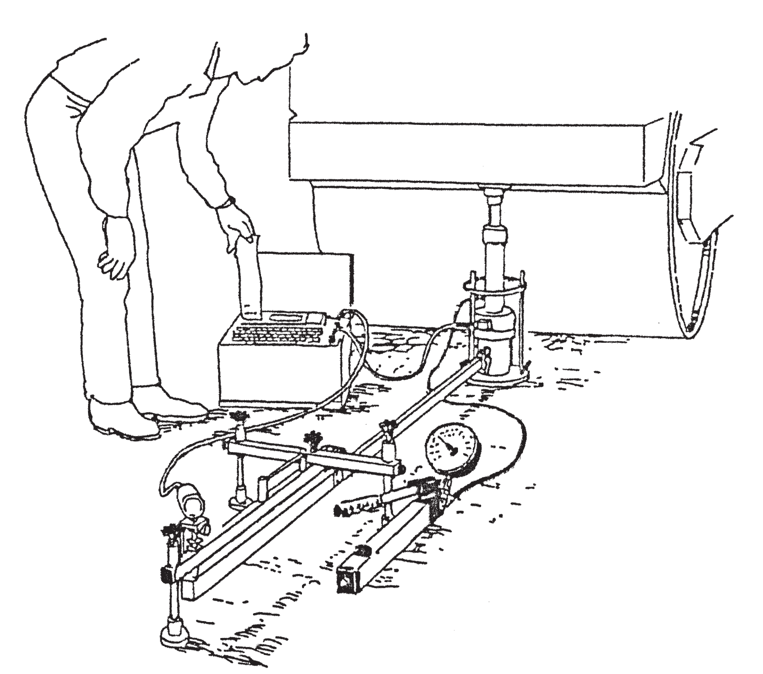
On pratique encore un autre test, le test de compactage Proctor modifié. Pour ce test, un grand volume du matériau du même endroit que là où l'on a pratiqué le test avec le ballon d'eau ou avec la sonde radiométrique, est examiné en laboratoire où l'on détermine le contenu optimal en eau du matériau et la densité maximale du matériau. Le rapport de la densité in situ à la densité maximale du test Proctor (standard ou modifié) est ce qu'on appelle la « densité relative, Dr » et s'exprime en pourcentage (%).

La densité in situ et la Dr donnent une mesure de l'état de compactage, mais uniquement aux endroits où les échantillons ont été pris. La détermination de la densité au moyen du ballon d'eau prend environ 45 minutes, plus le temps nécessaire pour peser et sécher l'échantillon. Le test avec la sonde radiométrique prend environ 5-15 minutes. Un test de compactage Proctor avec cinq échantillons, le pesage, le séchage etc. prend environ 4 heures.

La « Technische Universität München » a fait une étude détaillée sur les résultats de test exécutés avec différents instruments et il est apparu que les résultats des différents mesurages de la densité du matériau non compacté le plus commun diffèrent très fort. Ceci peut être dû principalement à des variations locales du matériau, mais aussi à des facteurs externes tels que les instruments utilisés, la personne qui manipule l'instrument, le temps etc.

2.2.2. Essai de charge sur plaque

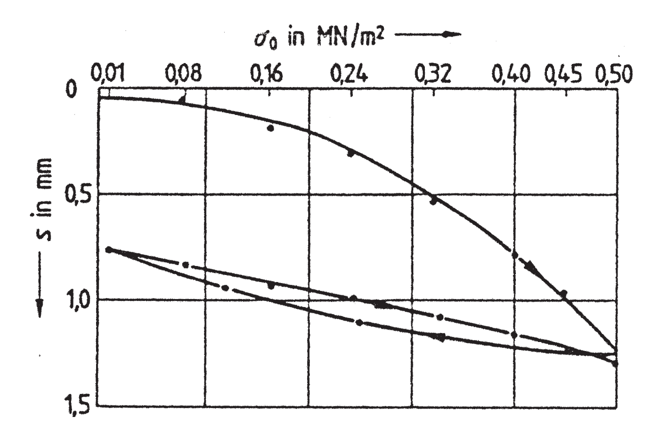
En principe, l’essai de charge sur plaque se fait en chargeant et déchargeant deux fois une plaque raide d'environ 30 cm de diamètre d'une façon spécifique, voir figure 4.



A partir d'un diagramme charge-déformation, voir figure 5, on peut déterminer le module E du matériau sous la première charge (Ev1) et sous la deuxième charge (Ev2). Le rapport Ev2/Ev1 ne peut pas excéder une valeur déterminée, qui peut différer de pays en pays.



Figure 4. Essai de charge sur plaque avec un instrument à un cadran



L'instrument original pour l’essai de charge sur plaque a trois jauges de déformation (trois mètres) qu'on peut lire visuellement. La version moderne (figure 4) de l'instrument n'a qu'une jauge et les cycles de chargement sont enregistrés par un ordinateur portable, ce qui signifie qu'en principe les résultats ne peuvent pas être manipulés.

Figure 5. Diagramme charge-déformation

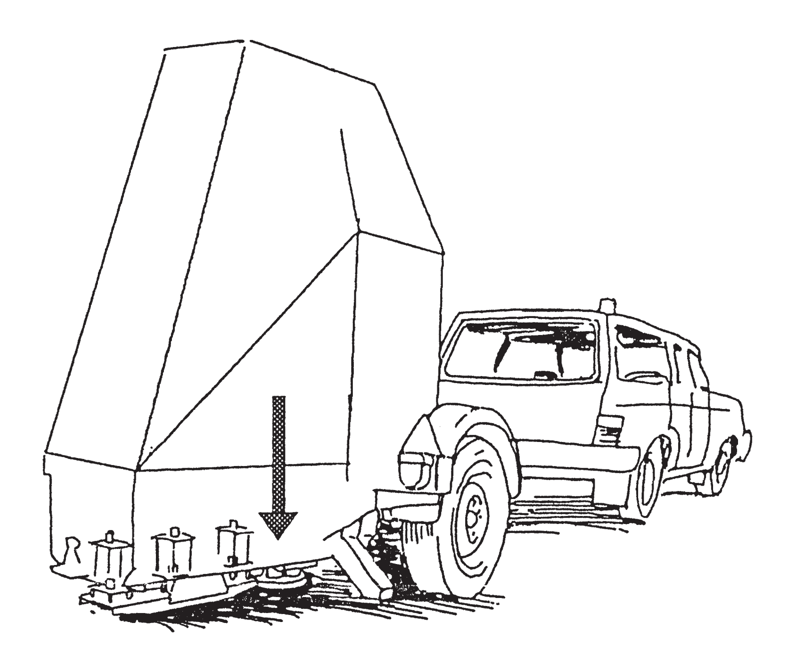
La composition du matériau sous la plaque affecte les résultats de l’essai de charge sur plaque. Si la plaque repose sur une ou plusieurs grosses pierres, ou que le matériau sous la plaque est composé d'une correction de matériau finement grenu, les résultats du test seront probablement incorrects. Pour prévenir ceci, il faut contrôler la composition du matériau jusqu'à 50 cm sous la plaque après chaque test. Si ce contrôle révèle une accumulation de grosses pierres ou de matériau finement grenu, le test doit être recommencé en un autre endroit.

Dans certains pays, par exemple en Allemagne, il est obligatoire d'enlever la couche lâche supérieure, de façon à ce que la plaque repose sur une surface représentative.

Il faut environ 30 minutes pour faire un essai de charge sur plaque avec un instrument moderne (avec une jauge). L'ordinateur portable calcule alors immédiatement le module E. Avec l'instrument original, il faudra plus de temps pour analyser manuellement les résultats.

2.2.3 Fleximètre d’essai à la masse tombante

Le fleximètre d’essai à la masse tombante a été originalement développé pour le contrôle de couches liées (pavé) mais la méthode a aussi été utilisée (pour des recherches) pour le contrôle de couches non liées. Pour cette méthode, on lâche une charge d'un poids déterminé, qu'on laisse tomber sur une plaque d'un poids et d'un diamètre déterminés. Le retardement du poids et la déformation du sol dans et autour de la cible sont enregistrés par des géophones ou des accéléromètres au moment où la charge touche la plaque (figure 6).



La module E du sol se calcule à partir des déformations mesurées. Un test au fleximètre de la masse tombante avec des instruments entièrement automatiques prend environ 2 minutes.

Il faut cependant souligner que le test à la masse tombante compacte le matériau non lié chaque fois qu'elle touche le sol, et que de nos jours il n'existe pas de standard de contrôle pour le compactage des couches non liées au moyen du fleximètre d’essai à la masse tombante.

Figure 6. Fleximètre d’essai à la masse tombante

2.3. CONTROLE CONTINU DU COMPACTAGE, CCC

Le contrôle continu du compactage a été développé afin d'améliorer le compactage et d'augmenter l'efficacité du compactage et du contrôle du compactage.

CCC présente les avantages suivants par rapport aux méthodes traditionnelles utilisées aujourd'hui pour contrôler le compactage.

- **Les valeurs du compactomètre peuvent se reproduire**
  Cette reproductibilité est une bonne chose, comme le montre la figure 7, dans laquelle trois passages successifs sont tracés sur la même bande. On voit clairement que chaque passage ressemble au précédent et au suivant. Les pointes et les creux se trouvent toujours à peu près au même endroit.

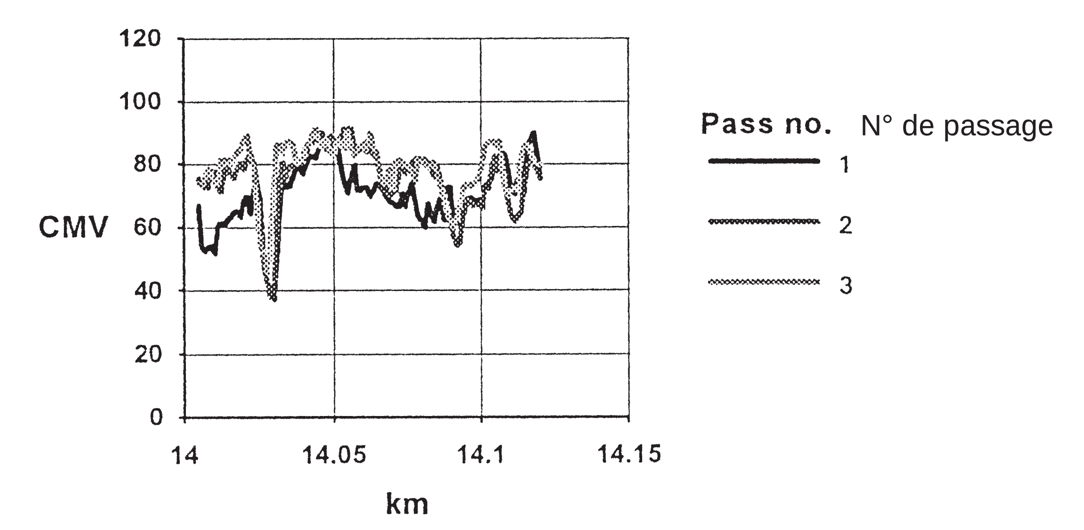


Figure 7. Un exemple de la bonne reproductibilité de CCC

- **Mesurage et compactage simultanés**
  Les méthodes de contrôle traditionnelles ralentissent fort le compactage, en partie parce que le travail (le compactage) n'est pas permis dans les environs des points de mesurage et en partie parce que l'évaluation des mesurages peut prendre des heures ou même des jours et que le travail ne peut pas continuer tant que les résultats ne sont pas prêts. Avec le CCC les mesurages se font pendant que le compactage continue (simultanément). L'opérateur du compacteur peut lire directement les résultats de mesurage à l'écran LCD du système, et l'entrepreneur et le client peuvent à tout moment avoir une copie du rapport à une page du système d'archivage.

- **Les données mesurées enregistrées ne peuvent pas être manipulées**
  La plupart des méthodes de contrôle par test local donnent des résultats qui peuvent être affectés par des facteurs externes tels que des erreurs humaines, les instruments eux-mêmes, le temps etc. Ces résultats peuvent aussi être manipulés intentionnellement ou non et il n'existe aucun moyen de vérifier plus tard la validité des résultats. Avec le CCC, les données sont stockées dans leur forme originale sans aucune possibilité d'altération intentionnelle ou autre.

- **Continuité**
  Avec le CCC, <u>chaque</u> mètre carré compacté est mesuré. Les résultats sont sauvegardés et peuvent être représentés à tout moment.

- **Vue d'ensemble**
  Une présentation des résultats en teintes grises facile à comprendre donne à l'opérateur, à l'entrepreneur et au client un aperçu, dans chaque bande, de l'état actuel de la zone compactée.

- **Le système CDS peut être monté sur tous les compacteurs dynamiques**
  A l'exception des compacteurs statiques, le système CDS peut être monté sur tout compacteur dynamique (vibrant et oscillant).

- **Coût**
  Vägverket (l'administration nationale suédoise de la route) a comparé le coût du contrôle de compactage avec le système CDS à celui sans le système CDS dans un projet « VAG 94 » et a trouvé que le système CDS se rembourse lui-même après avoir été utilisé sur une zone de 13 mètres de largeur et de 10 km de long. Le temps et le coût des améliorations de qualité ne sont pas inclus dans ce calcul. Les chiffres d'Autriche confirment les calculs de « Vägverket ».

Plus de détails à propos du contrôle continu de compactage au chapitre 3

3. CONTROLE CONTINU DU COMPACTAGE, CCC

Le contrôle continu du compactage, CCC, est une méthode nouvelle, facile, efficace et bon marché pour contrôler, tester et documenter tout le processus de compactage. Cette méthode a été développée en Suède et utilisée la première fois sur grande échelle en Allemagne par Püfamt für Grundbau, Technische Universität München. Elle a été utilisée dans la construction de l'usine BMW à Regensburg, un centre de triage à Munich, le nouvel aéroport de Munich, MUC II, etc.

Le système CCC a surtout été créé pour le contrôle du compactage de couches de matériau non lié telles que de l’enrochement, du matériau broyé, du gravier, du sable, et les terres mixtes avec une petite quantité de matériau finement grenu. Dans plusieurs pays il a été édité de nouvelles spécifications, contenant un CCC. Ces spécifications concernent surtout des couches de base non liées, des couches de fondation et des couches de forme.

Le CCC s'applique de plus en plus en Suède et dans plusieurs autres pays, surtout parce que c'est actuellement le seul moyen efficace d'obtenir un compactage uniforme. Un compactage non uniforme ou les restes de sections molles mènent tôt ou tard à des différences dans le tassement qui peuvent endommager les constructions (autoroute, piste d’envol et d'atterrissage, chemin de fer, bâtiment, etc.).

Au moment de cette publication, un contrôle continu du compactage de l'asphalte n'existe pas, mais la recherche progresse. Dans certains pays, par exemple en Autriche, le CCC s'utilise pour garantir que le sol non lié qui doit être recouvert d'asphalte soit compacté de façon homogène et régulière juste avant la pose de l'asphalte. La raison en est surtout que l'état de compactage du sol détermine la durabilité de l'asphalte et par conséquent le coût des réparations et de l'entretien.

3.1. EQUIPEMENT NECESSAIRE

Pour le CCC il faut que le compacteur soit équipé d'un compactomètre (Compactometer ou Oscillomètre) et d'un système d’archivage, CDS-012. Il faut aussi un ordinateur compatible à IBM (PC) avec une version MS-DOS 3.3 ou ultérieure et le logiciel nécessaire pour sauvegarder, analyser et présenter les données de compactage.

Geodynamic a développé les logiciels CdsView, CdsCom et CdsMap pour le traitement et l'évaluation de données, etc. Ces programmes sont présentés en détail au chapitre 11, Logiciel de traitement de données.

La figure 8 montre comment on peut utiliser un système CCC.

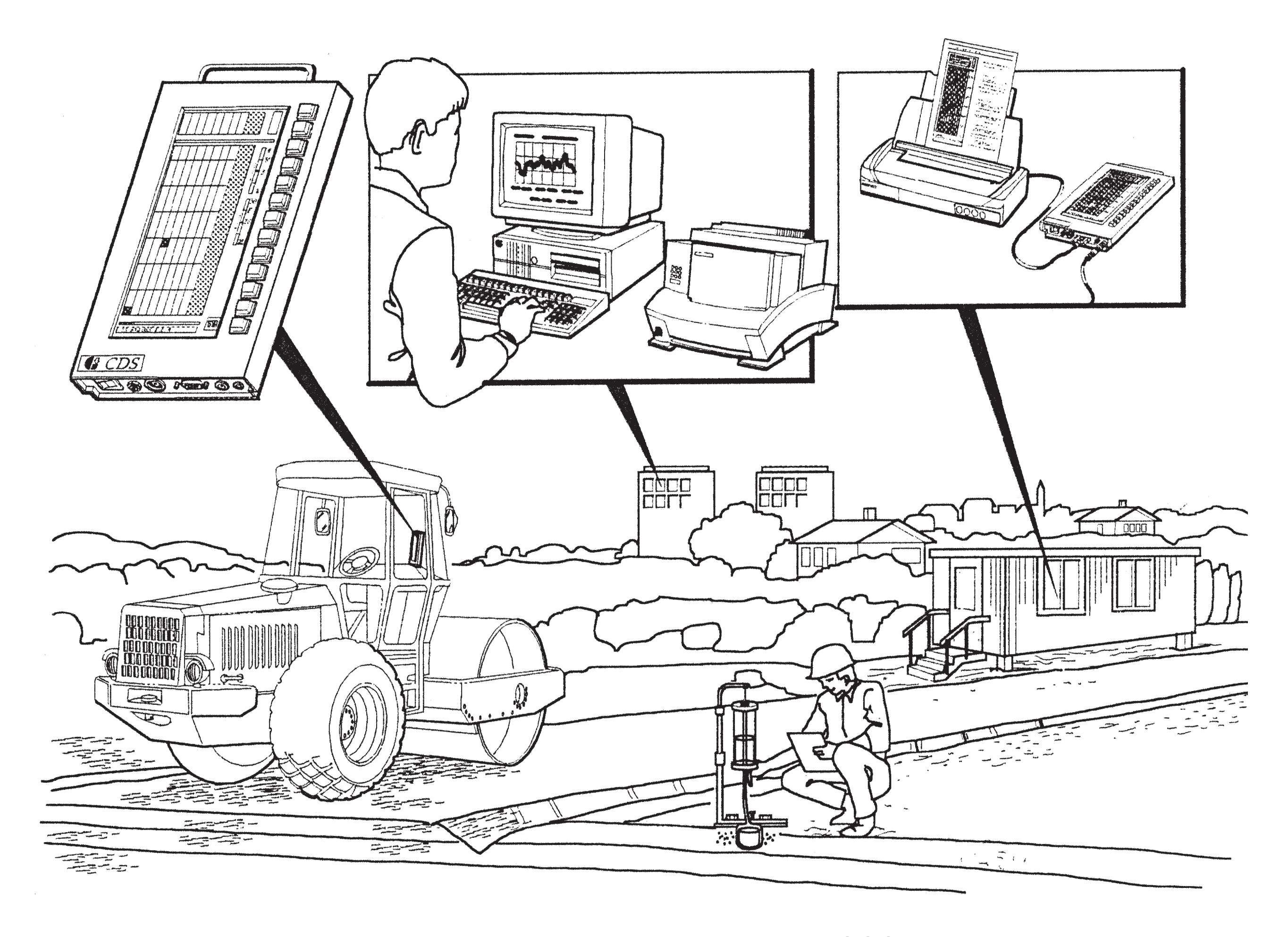


Figure 8. L'utilisation du système CCC

Le compacteur de la figure 8 est équipé d'un système d'archivage, le CDS-012, et d'un compactomètre intégré dans le compacteur. Les données de compactage sont enregistrées et sauvegardées dans le CDS pendant le compactage. A la fin du compactage, le CDS peut être connecté à un PC et les données enregistrées transférées au PC pour une sauvegarde permanente, ou pour un traitement avec le logiciel CdsView, CdsCom ou CdsMap. Le CDS peut aussi se connecter à une imprimante pour obtenir une copie papier du rapport à une page du système d'archivage.

3.2. LES VALEURS CMV ET OMV DU COMPACTOMETRE

Un compactomètre intégré dans le compacteur enregistre continuellement l'état de compactage du sol et présente cet état sous forme d'une « Compaction-Meter- Value » (valeur du compactomètre), CMV pour les compacteurs vibrants et d'une « Oscillo-Meter-Value » (valeur d'oscillomètre), OMV pour les compacteurs oscillants. Cette valeur est enregistrée, sauvegardée et présentée par le système d'archivage, CDS-012.

La valeur de mesure de compactage est une unité relative adimensionnelle qui mesure l'état de compactage d'un matériau et sa valeur absolue varie en fonction de la rigidité du matériau. Un contrôle continu du compactage basé sur un compactomètre est avant tout et surtout destiné à contrôler le compactage de couches non liées telles que celles d'enrochement, de matériau brisé, de gravier,

de sable et de terre mixte contenant un petit pourcentage de matériau finement grenu.

Lorsqu'on compacte une terre mixte avec une grande quantité de matériau finement grenu (fines, argile etc.) le contenu en eau et en liant affecte les valeurs CMV et OMV du compactomètre. Par conséquent les valeurs CMV/OMV peuvent correspondre au contenu en eau et être différentes de l'état de compactage ou du module E.

Pour comparer les valeurs du compactomètre provenant de différents endroits, ou de différentes régions d'une zone, et spécialement dans l'archivage final, il est très important que les paramètres du compacteur et du projet soient maintenus constants tout au long du processus de compactage. (Paramètres du compacteur : direction de compactage, vitesse du compacteur, amplitude de vibration/oscillation, fréquence de vibration/oscillation. Paramètres du projet : type de couche, épaisseur de couche, matériau).

Un archivage correct exige également que les données du compacteur et du projet enregistrées dans le système CDS soient correctes. Il vaut mieux que ceci soit fait avant de commencer le compactage, et dans un bureau où il est facile d'obtenir les données correctes. Lorsqu'un système CDS particulier ne doit être utilisé que sur un seul compacteur, les données du compacteur, le poids, l'amplitude etc. ne doivent être introduits qu'une seule fois et elles ne sont jamais modifiées. Ces données se trouvent normalement dans le mode d'emploi du compacteur.

L'amplitude, la fréquence et la vitesse du compacteur se trouvent normalement aussi dans le mode d'emploi du compacteur, et il existe habituellement beaucoup d'autres possibilités. Lorsque vous introduisez donc des données dans le système CDS, sélectionnez ces données conformément aux spécifications du projet en question ou, si un calibrage a été fait, utilisez les données utilisées dans le calibrage.

Les données du projet en cours (nom du projet, type de couche, numéro de couche etc.) doivent, si possible, être introduites à l'avance, dans un bureau, dans le système CDS. Les données pour une zone donnée (ligne de départ, direction, longueur de bande etc.) doivent être introduites quand le système CDS est déjà installé sur le compacteur et avant que le compactage de cette zone commence.

3.3. COMPACTAGE ET ARCHIVAGE

Une zone comprenant jusqu'à 10 bandes parallèles, subit normalement d'abord 4 passages de compactage. L'écran LCD du système CDS affiche immédiatement et continuellement les résultats de compactage obtenus sous forme de graphique. Sur cet écran LCD, l'état du compactage en cours de chaque mètre carré est représenté par des graphiques en teintes grises faciles à comprendre. Il vous suffit donc de regarder le graphique à l'écran LCD pour avoir une information immédiate et continuelle concernant l'état du compactage en cours.

Après le quatrième passage, le système CDS peut calculer ce qu'on nomme le « gradient de compactage ». Ce gradient donne à l'opérateur du compacteur des informations concrètes telles qu'où il faut continuer le compactage, et le nombre de passages supplémentaires nécessaires pour atteindre les résultats de compactage spécifiés. Le symbole du compacteur à l'écran LCD du système CDS, qui indique la position du compacteur, aidant ainsi l'opérateur du compacteur à localiser les endroits où un compactage supplémentaire est nécessaire.

La concentration de compactages supplémentaires aux endroits où ceux-ci sont nécessaires et utiles, permet d'obtenir en un temps minimum des résultats de compactage uniformes sur toute la zone, et d'éviter les abus de compactages, inutiles et souvent destructifs. On parle d'abus de compactage lorsque le compactage continue sur des zones où la rigidité et la capacité portante spécifiées ont déjà été atteintes. Un abus de compactage peut faire que le compacteur fait un double saut ou passe au mode en résonance, ce qui va de pair avec des secousses violentes du compacteur et qui a pour conséquence que les couches déjà suffisamment compactées sont affectées par du matériau qui se relâche et se brise et par la pression de la couche compactée dans la fondation. Le chapitre suivant traite en détail du double saut et du mode en résonance.

Dans certains pays, il y a une différence entre un « compacteur de production » et un « compacteur d'essai ». Les deux sont équipés d'un système CDS, mais le compacteur de production est utilisé durant tout le travail de compactage, alors que le compacteur de contrôle, qui est souvent spécialement calibré, n'est utilisé que pour l'archivage des résultats de compactage. Parfois on utilise beaucoup de compacteurs de production différents, de dimensions et de fabrication différentes sur la même zone et le compactage final est archivé et exécuté par un compacteur spécial de contrôle.

3.4. DOUBLE SAUT ET MODE EN RESONANCE

Le double saut et le mode en résonance sont des phénomènes qui surviennent lorsqu'on compacte un sol relativement fort tassé. Ceci peut survenir d'une manière imprévue et il faut longtemps pour en sortir. L'opérateur du compacteur se rend tout de suite compte de ce qui se passe car le compacteur présente de violentes secousses et le bruit devient insupportable.

Le double saut/mode en résonance survient lorsque le rapport entre l'état du sol compacté et les propriétés dynamiques du compacteur (poids du châssis, amplitude de vibration, fréquence de vibration) excède une limite déterminée. Cette limite varie de compacteur en compacteur. Le double saut et le mode en résonance ne surviennent que lorsqu'on travaille avec des compacteurs vibrants (jamais avec des compacteurs oscillants). Certains types de compacteurs, tels que les compacteurs tandem et les compacteurs pour tracteur avec de lourd châssis ne passent que rarement en double saut/mode en résonance, tandis que d'autres types passent facilement à ce mode.

Pendant le double saut, l'excentrique du rouleau fait que le rouleau entier reste en l'air durant toute une période, sans contact avec le sol pendant chaque autre période. En mode en résonance, c'est un seul côté du rouleau à la fois qui reste en l'air.

Dans les deux états, double saut et mode en résonance, le compactage est pratiquement porté à la moitié de la fréquence réglée et au double de l'amplitude réglée. Ceci va à l'encontre de la règle de base du compactage qui veut que celui-ci doit commencer à haute amplitude et basse fréquence et se terminer à haute fréquence et basse amplitude. Le double saut et le mode en résonance doivent donc être évités. Pendant le double saut, le compacteur relâche la couche déjà compactée, brise le matériau et les vibrations se propagent dans les environs alentour. De plus, le compacteur et son opérateur sont affectés par les vibrations violentes, et qui plus est, l'opérateur du compacteur est obligé de travailler dans des conditions extrêmement bruyantes qui résultent du double saut/mode en résonance. Normalement, le moyen le plus facile de sortir du double saut/mode en résonance est de passer d'une amplitude de vibration élevée à une basse amplitude, mais lorsqu'un double saut/mode en résonance se produit même à basse amplitude, le compactage avec ce compacteur doit être arrêté.

Dans beaucoup de pays, dont la Suède et l'Autriche, il n'est pas obligé d'enregistrer ou de noter la survenance d'un double saut ou mode en résonance, car on part du principe de base qu'aucun compactage, et surtout aucun archivage ne doit être fait lorsqu'il se produit un double saut ou mode en résonance.

Geodynamic a développé un compactomètre spécial, l'ALFA-020R, qui indique si le compacteur est stable, ou prêt à passer en double saut/mode en résonance, ou s'il se trouve déjà dans cet état. L'ALFA-020R contient un processeur qui calcule la valeur dite RMV (Resonance Meter Value - valeur de mesure de résonance) à chaque intervalle de mesurage et ces valeurs sont regroupées par cinq. Si une valeur d'un groupe excède la limite spécifiée, toute la section correspondant au groupe est marquée d'une ligne à l'écran de travail, l'écran des résultats et le rapport CCC. Le compactomètre ALFA-020R peut aussi être équipé d'un cadran RMV (mesureur RMV).

3.5. CONTROLE CONTINU DU COMPACTAGE, CCC

A la fin du compactage (le dernier passage doit se faire à basse amplitude), on peut obtenir un rapport d'archivage sur le processus de compactage et ses résultats. Ce rapport peut s'obtenir de plusieurs façons :

1. Copie papier à partir d'un PC - imprimante

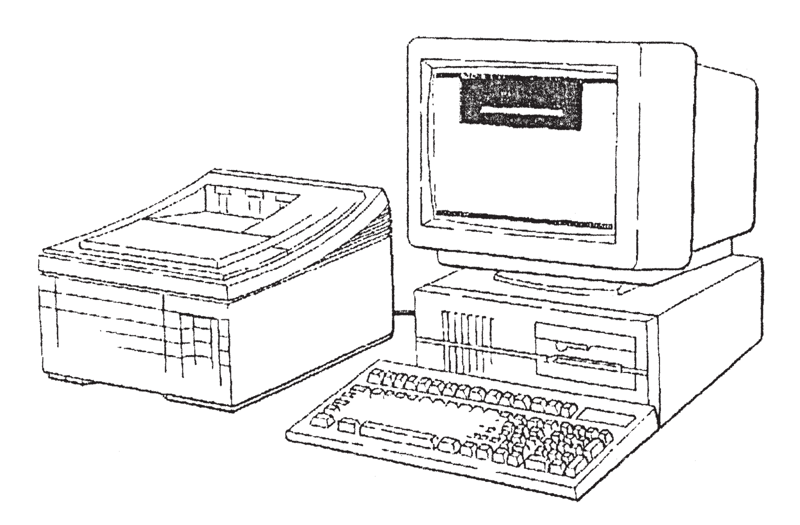


Figure 9. Imprimer à partir d'un PC

- Normalement le CDS est enlevé du compacteur et amené au bureau où il est connecté à un ordinateur vers lequel les données du CDS sont transférées. A l'aide du logiciel pour PC CdsCom ou CdsView, vous pouvez ensuite imprimer une copie du rapport à l'aide d'une imprimante connectée à votre ordinateur (voir figure 9).
- Le CDS peut aussi être connecté à un ordinateur portable et on peut obtenir une copie du rapport de la même façon que ci-dessus.

2. Copie papier directe à partir du CDS - imprimante

- Le CDS peut être amené au bureau où il est connecté à une imprimante (figure 10) et avec le Menu d'impression du CDS on peut imprimer une copie du rapport.

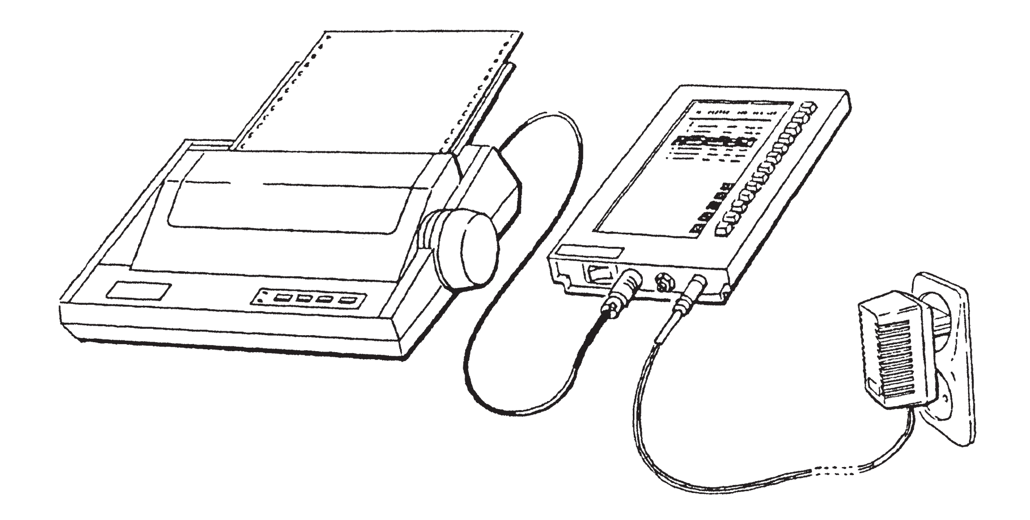


Figure 10. CDS directement connecté à une imprimante.

- Si nécessaire le CDS peut être connecté à une imprimante portable à l'intérieur du compacteur, et on peut alors obtenir une copie du rapport en utilisant comme ci-dessus le Menu d'impression du CDS.

Les imprimantes compatibles avec le CDS sont présentées au chapitre 10, Imprimante.

Le rapport (voir chapitre 8, Rapport pour de plus amples informations) contient :

- Une représentation graphique des résultats de compactage en quatre teintes grises (blanc, gris clair, gris foncé et noir) ;
- Les valeurs moyennes du compactomètre pour chaque bande/zone ;
- Une échelle en teintes grises qui montre la « valeur acceptée » et les limites utilisées dans la représentation graphique ;
- Les données du projet et du matériau ;
- Les données du compacteur (spécifications) ;
- La date.

Il est important de souligner que le rapport est un document qu'on ne peut pas manipuler parce que les données de compactage ne peuvent pas être modifiées après avoir été enregistrées. Même si l'échelle en teintes grises est modifiée, les données originales resteront dans la mémoire du CDS.

Le rapport offre beaucoup d'avantages à l'entrepreneur et au client.

Les avantages pour l'entrepreneur :

- **Auto-contrôle**
  A la fin du compactage, l'entrepreneur peut recevoir immédiatement un document qui donne une vue d'ensemble facile à comprendre, sur la base duquel il peut décider de terminer le travail ou, suivant les résultats, prendre des mesures appropriées (nouveau compactage avec un autre type de compacteur, stabilisation, autre matériel etc.)

- **Gain de temps**
  Comme il ne faut pas attendre les essais locaux traditionnels, on peut gagner beaucoup de

temps (on ne peut pas compacter au cours des contrôles traditionnels, et il faut parfois des jours avant que les résultats soient prêts).

- **Fiabilité**
  La crainte que le client demande de prendre des mesures complémentaires avant de commencer la couche suivante est éliminée.

Les avantages pour le client :

- **Fiabilité**
  Le client est toujours certain que le compactage spécifié a été atteint, puisque le rapport donne un aperçu complet des résultats du compactage.

- **Qualité**
  Toutes les irrégularités dans la routine de compactage qui ne sont pas conformes aux spécifications sont enregistrées et documentées (nombre de passages, paramètres du compacteur etc.).

- **Auto-contrôle et mesures complémentaires aux endroits fragiles**
  Le client peut facilement choisir les endroits qui doivent éventuellement être testés complémentairement et les sections où des mesures complémentaires doivent être prises.

- **Possibilité de reconstruction**
  Lorsqu'on constate ultérieurement des dommages à l'objet bâti, il est facile de reconstruire la cause du dommage à l'aide du rapport.

Depuis quelques temps il existe une nouvelle sorte de contrat en Suède et dans un nombre d'autres pays, le contrat dit « Functionsentreprenad ». Dans ce type de contrat, l'entrepreneur garantit que pour une période déterminée, par exemple 10 ans, la construction restera conforme aux conditions données, par exemple en ce qui concerne l'aspect lisse. Dans ces cas, le CCC est très important, car tout le processus de compactage, de la couche de surface à la couche de base est archivé. Chaque endroit fragile peut être identifié et on peut en tenir compte pour minimiser les variations de compactage qui pourraient sinon résulter en une variation de tassement qui peut endommager la construction. La possibilité de contrôler et d'archiver chaque strate augmente la qualité de la construction (par exemple une autoroute) et diminue le risque d'endommagements durant la période de garantie. Ceci signifie que la prime d'assurance normalement élevée pour les contrats « Functionsenrerpenad » est considérablement réduite lorsque le CCC a été appliqué.

3.6. CALIBRAGE DES VALEURS DU COMPACTOMETRE

Les valeurs du compactomètre sont des valeurs relatives et c'est pourquoi il faut, au moins pendant une période de transition, que les valeurs CMV/OMV soient calibrées par rapport à une des méthodes de contrôle traditionnelles, le mesurage de la densité/la densité relative ou l'essai de charge sur plaque.

Les procédures de calibrage CMV varient de pays en pays, mais en principe, les endroits où les données de calibrage doivent être recueillies doivent être sélectionnées de telle manière que les propriétés du sol (principalement la capacité portante et la composition du matériau) aux endroits sélectionnés soient représentatives de la zone entière à archiver. Si ces propriétés varient fort dans la zone qui doit être compactée, il faut sélectionner plus d'endroits de calibrage différents.

Pendant le calibrage, on compacte, à une fréquence et une vitesse appropriée (conformément au mode d'emploi du compacteur) et à basse amplitude, une couche représentative de la zone qui doit être archivée quant au matériau et quant à l'épaisseur. Il vaut mieux diviser la zone de calibrage en 3 bandes avec 20 cm de chevauchement. La densité doit être mesurée soit à l'aide d'échantillons soit au moyen de l’essai de charge sur plaque en au moins trois points tous les deux passages, voir figure 11.

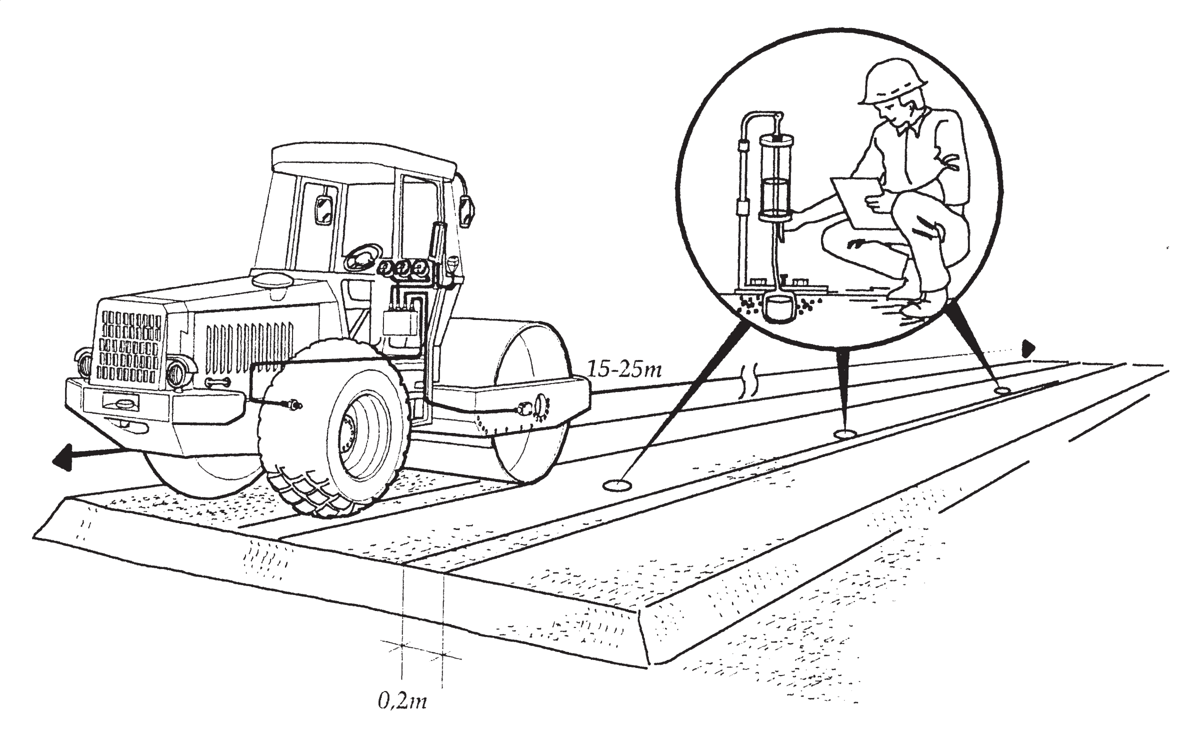


Figure 11. Calibrage

Le compactage pour le calibrage doit être arrêté lorsqu'on ne remarque pas de hausse considérable dans les résultats du compactage ou lorsqu'un double saut survient pour la première fois (le compactage ne peut pas être poursuivi lorsqu'un double saut se produit).

La densité mesurée, le type de compactage (standard ou Proctor modifié) ou module E (Ev1 ou Ev2) à un endroit est tracé en regard de la valeur de mesure de compactage enregistrée au même endroit. Ceci peut se faire manuellement ou automatiquement au moyen d'un logiciel tel que le CdsView. Nous recommandons vivement le CdsView pour les raisons suivantes :

- Les valeurs sont introduites sous forme de tableau compatible avec les données enregistrées par le CDS.
- Le programme reçoit automatiquement des fichiers de données les valeurs CMV pour chaque point testé.
- Les résultats sont repris dans un diagramme de calibrage, (figure 12), qui est affiché à l'écran et dont on peut imprimer une copie au moyen d'une imprimante ou d'un traceur.
- L'analyse de régression calcule et dessine une ligne droite à travers les points.
- Le coefficient de régression est calculé.
- Une ligne droite supplémentaire correspondant à la ligne de régression multipliée par un facteur déterminé peut être dessinée et utilisée pour déterminer le niveau accepté lorsqu'il faut prendre en considération les variations statistiques inévitables.

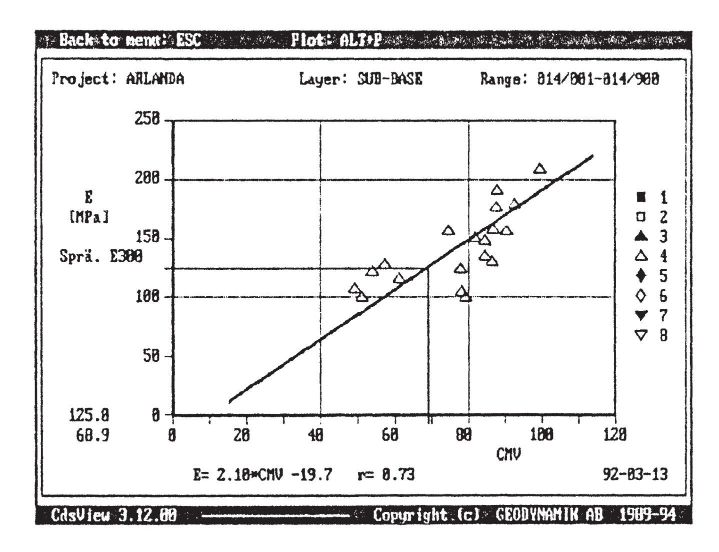


Figure 12. Diagramme de calibrage

Les résultats du calibrage dans le Cdsview sont sauvegardés dans des fichiers spéciaux de calibrage. De nouveaux calibrages peuvent être ajoutés ou des données introduites incorrectement peuvent être modifiées ultérieurement. Les données de calibrage peuvent aussi être sauvegardées dans un format dBase ou Lotus 123 pour un traitement ultérieur au moyen d'autres programmes.

3.7. NIVEAU ACCEPTE ET ECARTS ACCEPTES

Le rapport donne un aperçu de toute la zone compactée et permet un jugement fiable des résultats de compactage. Mais il est bien sûr aussi important que la zone uniformément compactée corresponde aussi à la capacité portante exigée, une exigence qu'on exprime de nos jours en tant que module E ou indirectement en tant que le degré minimum de compactage.

A partir du diagramme de calibrage mentionné ci-dessus, on obtient une valeur de mesure de compactage correspondant à la densité, le degré de compactage ou module E exigé. On introduit ce « niveau accepté », CMV ou OMV dans le système CDS comme niveau accepté dans le Menu des limites.

Aucune terre ou aucun enrochement n'est si homogène qu'on puisse exiger que le degré de compactage soit partout égal au niveau accepté. C'est pourquoi il est nécessaire de donner un « écart accepté », c'est-à-dire une plage de valeurs CMV ou OMV au-dessus et en dessous du niveau accepté. Cette plage s'obtient facilement en réglant : limite 1 pour le niveau accepté moins l'écart accepté vers le bas et limite 3 pour le niveau accepté plus l'écart accepté vers le haut. Lorsque les limites sont réglées de cette manière, les écarts acceptés seront affichés à l'écran LCD et dans le rapport en gris clair et gris foncé. Le blanc représentera un sous-compactage et le noir un sur-compactage.

Lorsqu'il n'a pas été fait de calibrage, le niveau accepté et l'écart accepté peuvent s'obtenir soit au moyen d'un « catalogue de matériaux » contenant un tableau des matériaux, des épaisseurs de couches, des dimensions des compacteurs et des valeurs CMV/OMV (tels qu'utilisés en Autriche), ou au moyen des normes/spécifications, ou lorsque possible, du contrat de l'adjudication.

3.8. CONTROLE DE SUPERVISION

Pour différentes raisons, en Suède et dans plusieurs autres pays, le contrôle de supervision est parfois exécuté au hasard au moyen de l'essai de charge sur plaque ou du mesurage de la densité. En Suède par exemple, pour chaque zone de contrôle (4500m2 ou 6000 m2), une section d'au moins 10 m2 avec la valeur de mesurer de compactage la plus basse subit un contrôle de supervision en au moins deux endroits. Si les résultats de ce contrôle sont supérieurs au Ev2 minimum spécifié (ou % Proctor modifié), toute la zone de contrôle est approuvée. Sinon il faut prendre des mesures complémentaires (compactage additionnel avec un autre compacteur, stabilisation, autre matériel, etc.).

3.9. STANDARDS ET SPECIFICATIONS

CCC est inclus dans les spécifications et standards suivants :

Suède :
- Vägverkets Byggnadstekniska Allmänna beskrivningar för väg 1992 (VÄG 94), Kapitel 5 « Obundna ôverbyggnadslager »
- Vägverkets metodbeskrivning (VVMB 603 :1993) « Yttäckande packningskontroll »

Finlande :
- The Finish national road administration specifies the use of a compaction meter

Allemagne :
- Deutsche Bundesbahn : « Einsatz der flächendeckenden dynamischen Verdichtungskontrolle (FDVK) zur Prüfung von Erdbauwerken bei der DB », Teil 1, Anwendung bei nichtbindigen und schwachbindigen Böden, July 1990
- ZTVE StB 94, « Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau »
- Merkblatt über « Flächendeckende dynamische Verfahren zur Prüfung der Verdichtung im Erdbau », Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln 1993
- Technische Prüfvorschrift für Boden- und Fels, TP BF - StB Teil E 2 « Prüfung der Verdichtung mit flächendeckenden dynamischen Verfahren », 1994

Autriche :
- Richtlinie für Verkehr und Strassenwesen RVS 8S.0206 : « Kontinuierlicher walzenintegrierter Verdichtungsnachweis », July 1999.
- ÖNORM S 2074 Teil 2, Nov. 1990, Geotechnik im Deponiebau, Erdarbeiten

4. COMPOSANTS DU SYSTEME

4.1. CDS-012-J

Le système d’archivage CDS-012-J se compose de :

- Un écran ;
- Un senseur I ;
- Un bouton marche/arrêt ;
- Une plaque de montage ;
- Un convertisseur CA/CD pour l'alimentation de l'écran à partir du réseau ;
- Des câbles (qu'on utilise pour connecter le compactomètre et une imprimante à l'écran) ;
- Le mode d'emploi.

Le système CDS-012-J a été créé pour s'adapter aux mesureurs de compactage de Geodynamic, le Compactometer ALFA-020 et l'Oscillometer POM-060, mais il peut aussi être adapté à d'autres mesureurs de compactage de différents fabricants. La figure 13 montre un système d’archivage connecté à un compactomètre.

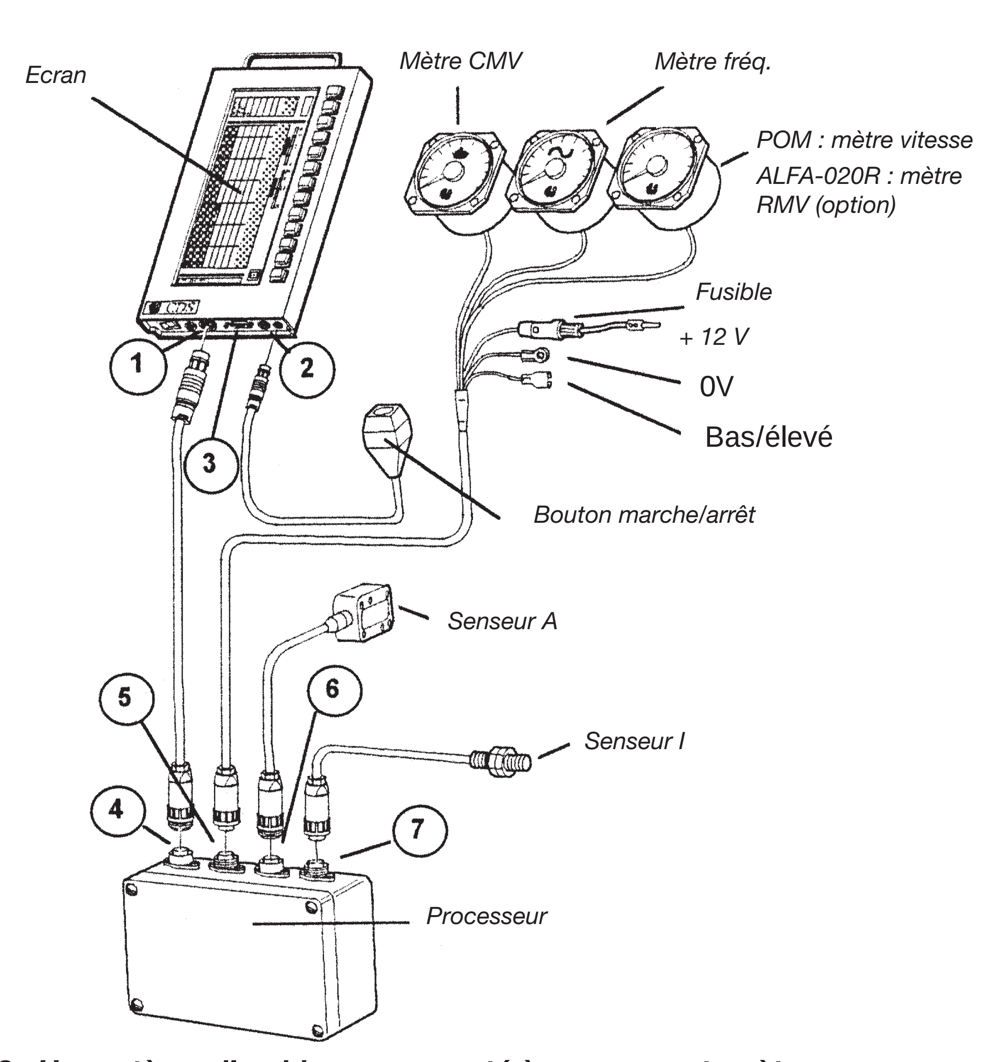


Figure 13. Un système d’archivage connecté à un compactomètre

Le composant principal du système CDS-012-J est l'unité d'affichage. Celle-ci a spécialement été créée pour fonctionner même dans des conditions rudes, telles qu'elles le sont dans un compacteur au travail. Sur la face supérieure de l'unité se trouvent l'écran LCD et treize touches, voir figure 14. On appelle parfois cette unité simplement le CDS.

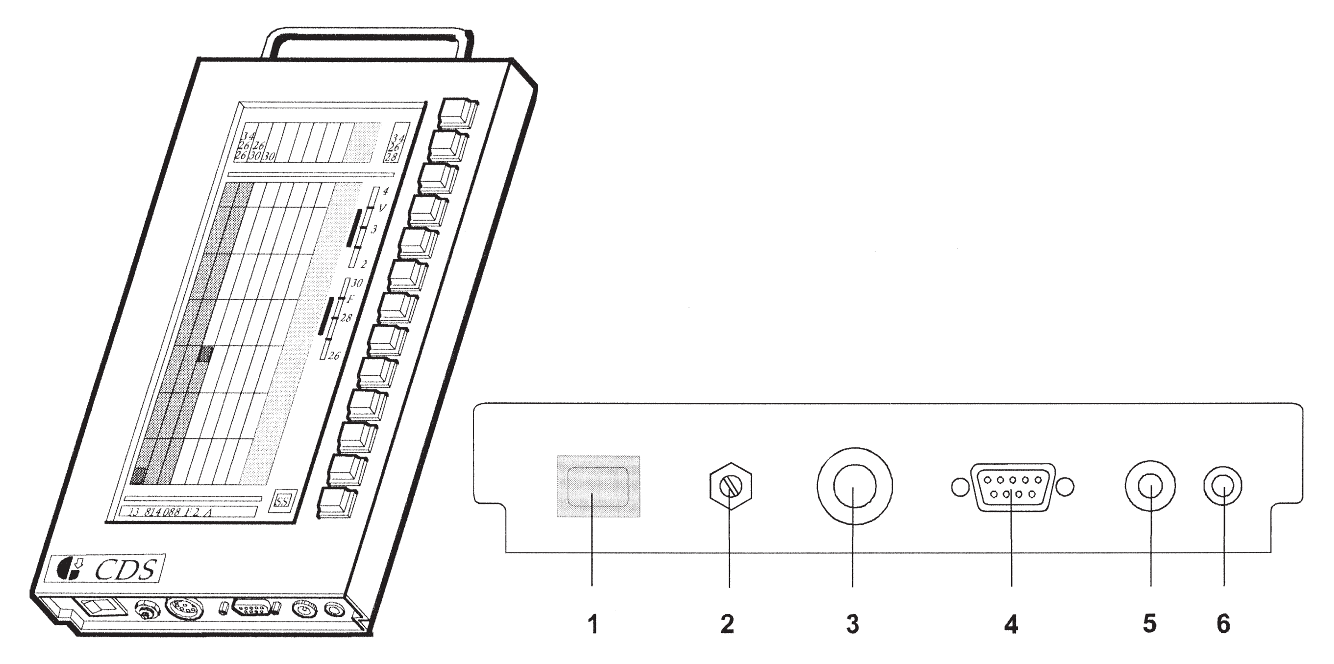


Figure 14 a. et b. Unité d'affichage

Un microprocesseur à l'intérieur de l'unité contrôle le recueil des données et la représentation des résultats. Le logiciel du système est stocké en permanence dans la mémoire à l'intérieur de l'unité. Les fonctions du logiciel sont :

- Enregistrement du chantier, du compacteur et du matériau ;
- Enregistrement en continu des données pendant le travail ;
- Affichage des résultats, de la position du compacteur etc. ;
- Impression des données et résultats enregistrés ;
- Transfert des données vers ou à partir d'un ordinateur IBM-compatible.

Les touches de l'unité sont montrées ci-dessus

1. Interrupteur d'alimentation
2. Réglage du contraste LCD
3. Terminal pour le compactomètre (utilisé aussi pour connecter une imprimante et un PC)
4. Connecteur pour une imprimante ou un PC (9 voies contact DSUB)
5. Contact standard (2 voies) pour connecter un convertisseur CA-CD ou bouton marche/arrêt
6. Bouton marche/arrêt (utilisé aussi pour connecter un convertisseur CA-CD pour l'alimentation à partir du réseau).

Au bas de l'unité d'affichage se trouve un orifice fileté qu'on utilise pour fixer l'unité sur une plaque de montage. Après le compactage, l'unité d'affichage peut facilement être démontée de cette plaque et connectée à une imprimante pour obtenir une copie d'un rapport (pour en savoir plus sur le rapport, voir chapitre 8, Rapport).

L'unité d'affichage peut aussi être connectée à un ordinateur pour transférer les données enregistrées vers un fichier sur PC. Pour ce faire il vous faut un logiciel CdsCom ou CdsView. Les données transférées vers un fichier peuvent être traitées à l'aide des programmes CdsView ou CdsMap. Le chapitre 11, Logiciel de traitement des données, traite plus en détail de ces programmes.

4.2. COMPACTOMETRE

En général, un compactomètre se compose d'un senseur, d'un processeur, de câbles et de mètres, voir figure 15.

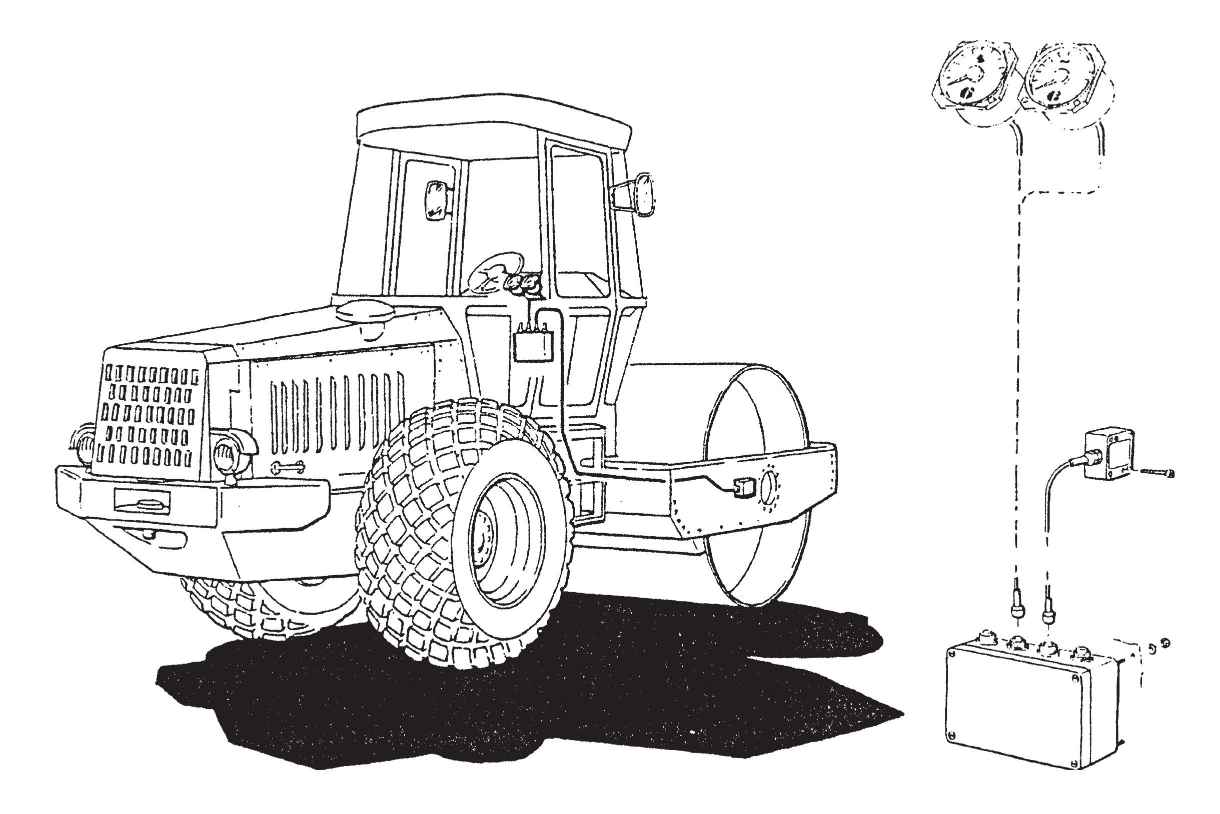


Figure 15. Eléments d'un compactomètre

Le senseur doit être connecté à une partie du compacteur qui vibre à l'unisson du rouleau. Le senseur contient un accéléromètre, normalement un accéléromètre piézoélectrique, et des éléments électroniques pour l'amplification et le filtrage du signal de l'accéléromètre. Pendant le compactage, le senseur vibre à l'unisson du rouleau et lit continuellement les vibrations du rouleau qui sont transformées en signal électrique. Le signal est amplifié et filtré, pour en ôter les bruits mécaniques et électriques, et guidé à travers un câble (le même câble alimente le senseur à partir du processeur) jusqu'au processeur où il est analysé et où la valeur CMV (valeur du compactomètre) est calculée.

Le système d'archivage, CDS-012-J, a été créé pour s'adapter au Compactometer (compacteurs vibrants) et à l'Oscillometer (compacteurs oscillants) de Geodynamik.

Le Compactometer ALFA-020

Le Compactometer est le tout premier compactomètre intégré au compacteur. Il est breveté et peut s'adapter à tous les types de compacteurs vibrants. Aujourd'hui, des milliers s'utilisent déjà sur des compacteurs de toutes fabrications.

Le Compactometer se compose de :

- Un senseur A ;
- Un processeur ;
- Un mètre CMV ;
- Un mètre de fréquence ;
- Des câbles.

Le senseur A détecte les vibrations verticales du rouleau et les transforme en signaux électriques. Les signaux sont amplifiés, filtrés et envoyés au processeur via un câble. Dans le processeur, les signaux sont analysés et la valeur CMV (Compaction Meter Value, valeur de mesure de compactage) est calculée. Ce signal CMV est envoyé au mètre CMV et au CDS. La CMV est une mesure qui indique combien le signal de vibration diffère d'un signal purement sinusoïdal. Lorsque le sol est mou, le signal sera presque sinusoïdal et la CMV sera presque zéro. Lorsque par contre le sol est tassé, le signal sera déformé et loin d'être sinusoïdal et la CMV sera élevée. La CMV typique varie entre 0 et 120 suivant le tassement du sol.

La raison pour laquelle le signal de vibration diffère d'un signal sinusoïdal est que le rouleau cogne contre le sol. Si le sol est dur l'impact sera d'une durée très courte et très puissant et par conséquent la déformation du signal provenant du senseur A sera très grande.

Cette méthode de mesurage du compactage peut être considérée comme un essai continu de charge du sol pendant que le rouleau tourne - un essai de charge pour chaque impact sur le sol. En principe vous obtenez entre les 25 et 40 essais de charge par seconde. Afin de niveler les variations d'impact à impact, le processeur construit une moyenne de mouvement qui reste valable pendant une période déterminée. L'effet général sera que la valeur CMV que le processeur envoie à un moment donné est la moyenne des essais de charge de la dernière demi-seconde. Voir figure 16.

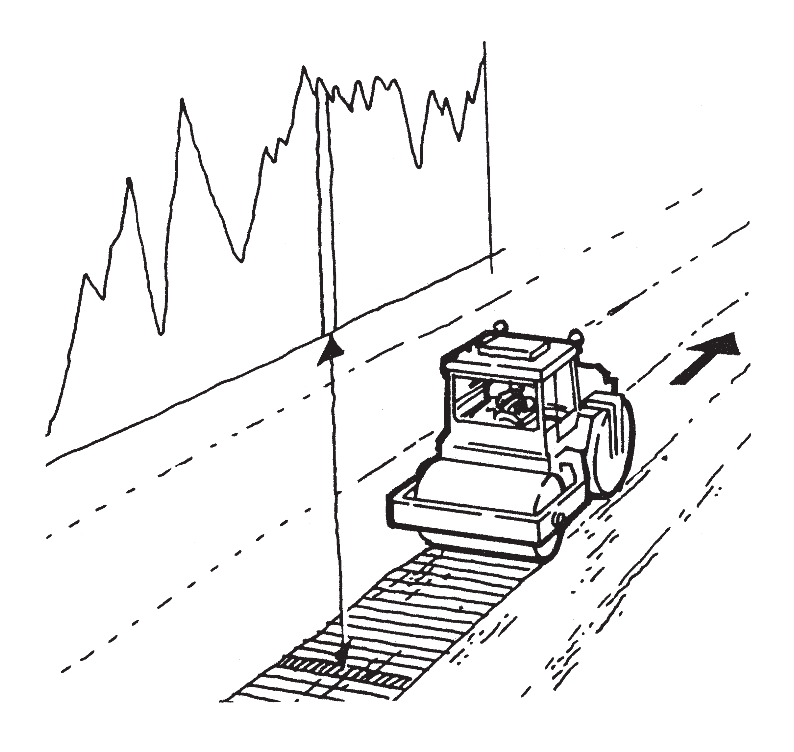


Figure 16. Représentation des valeurs CMV

ALFA-020R

L'ALFA-020R est un Compactometer standard, qui a été modifié (avec des éléments électroniques supplémentaires) de façon à détecter les doubles sauts ou le mode en résonance. Le degré de double saut ou de mode en résonance est continuellement mesuré et présenté sous forme de signal appelé RMV (Resonance Meter Value, valeur de mesure de résonance) qui peut se lire sur un mètre (en option) ou être enregistré de la même façon que les valeurs CMV.

Le CDS utilise le signal RMV pour marquer, si souhaité, à l'écran de travail, à l'écran des résultats et dans le rapport les régions où la RMV excède une limite déterminée.

L'Oscillometer POM-060

Un oscillomètre est un compactomètre breveté pour compacteurs oscillants, intégré au compacteur. Il peut être monté sur tous les types de compacteurs oscillants de toutes les fabrications.

L'oscillomètre se compose de :

- Un senseur A ;
- Un processeur ;
- Un senseur I ;
- Un mètre OMV ;
- Un compteur de vitesse du rouleau ;
- Un fréquencemètre d'oscillation ;
- Des câbles.

Le fonctionnement de l'oscillomètre est basé sur le mesurage indirect de la force réactionnelle en direction horizontale et résultant du contact du rouleau avec le sol. Cette force réactionnelle fait accélérer tout le compacteur horizontalement. Un senseur A enregistre cette accélération horizontale et la transforme en signal électrique. Ensuite, ce signal est filtré, amplifié et envoyé vers un processeur via un câble.

Dans le processeur le signal est analysé et la OMV (Oscillo Meter Value, valeur d'oscillation) est calculée et envoyée vers un mesureur de OMV ou vers un système CDS. L'analyse inclut le calcul de la force réactionnelle maximale dans le sol pendant l'oscillation du rouleau. Cette force réactionnelle devient plus forte avec l'augmentation de la rigidité du sol, d'une manière spécifique, pourvu que tous les autres facteurs qui influencent tout le système soient constants.

La friction entre le sol et le rouleau oscillant n'est pas assez grande pour que le rouleau et le sol restent en contact durant toute l'oscillation, mais par contre il y a toujours un certain flottement entre le sol et le rouleau. Le processeur qui se trouve dans le POM en tient compte et n'utilise que la partie du signal où il n'y a pas de flottement entre le sol et le rouleau. Les valeurs POM correspondent à la force réactionnelle qui aurait existé si la friction était assez forte pour éviter le flottement entre le rouleau et le sol.

Cette méthode de mesurage peut être considérée comme l'équivalent d'un essai de charge dynamique continu du sol pendant que le rouleau tourne. Le compactomètre analyse les essais de charge avec des charges dirigées verticalement tandis que l'oscillomètre utilise des charges oscil-

lants dirigées horizontalement.

En principe vous avez là aussi de 25 à 40 essais de charge par seconde. Pour niveler les variations entre les cycles, le processeur construit une moyenne de mouvement. L'effet général sera que les valeurs CMV que le processeur envoie à un moment donné seront la moyenne des résultats d'essai de charge de la dernière demi-seconde.

5. INSTALLATION

5.1. SENSEUR I

Le senseur I est un transducteur de proximité qui produit une impulsion électrique chaque fois qu'un objet métallique passe devant lui. L'objet métallique peut être la dent d'un engrenage, le boulon d'une roue ou un disque métallique creux. Les senseurs I sont disponibles en trois diamètres : M8, M12 et M18. Le diamètre standard est M18.

Le senseur I peut être monté radialement ou axialement, voir figure 17.

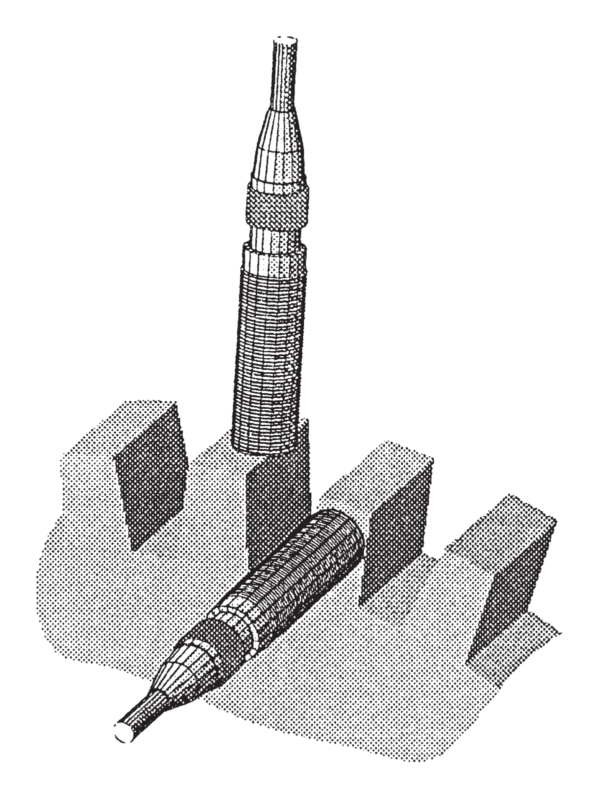
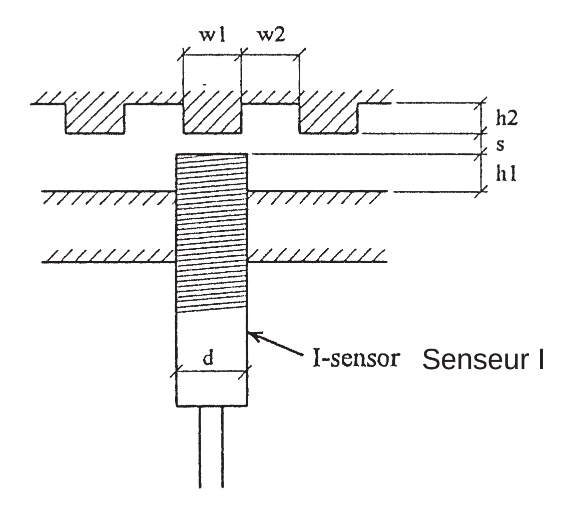


Figure 17. Les différentes manières d'installer un senseur I : radialement et axialement

Les dimensions importantes pour une installation correcte d'un senseur I sont énumérées dans le tableau 1.



Type de senseur I	d (MM)	s (MM)	h1, w1, w2 (MM)	h2 (MM)
M8	8	0,1 - 1,2	> 5	> 3
M12	12	0,1 - 1,6	> 8	> 5
M18	18	0,1 - 4,0	> 16	> 8

Tableau 1. Mesures critiques pour l'installation du senseur I

L'installation d'un senseur I sur un compacteur dépend du type de compacteur en question. Pour savoir comment installer le senseur I sur le compacteur, contactez le fabricant du compacteur ou ses agents dans votre pays.

Impulsions/m

L'un des paramètres exigé par le système est le nombre d'impulsions par longueur de rouleau (impulsions/mètre). La valeur de ce paramètre peut se calculer à partir du nombre de dents d'engrenage, les engrenages et le diamètre des pneus. Le nombre minimum d'impulsions doit être de 2/m et le nombre maximum de 500/m, et de préférence un multiple de 2. Ceci est particulièrement important lorsque le nombre d'impulsions est moins élevé que 10 par mètre.

Au cas où vous ne connaîtriez pas ce paramètre et que vous n'êtes pas capable de le calculer, suivez les instructions ci-dessous pour déterminer le nombre d'impulsions par mètre de rouleau :

1. Marquez et mesurez la longueur d'une bande unie et plane. La longueur de la bande doit être un multiple de l'intervalle de section (normalement environ 20 m) et occupe presque toute la longueur de la bande CDS.
2. Introduisez au hasard un nombre d'impulsions par mètre dans le CDS.
3. Faites rouler le compacteur sur la longueur mesurée pour l'enregistrer avec le CDS.
4. Lisez sur le CDS la longueur enregistrée qui a été traitée.
5. Modifiez le nombre d'impulsions dans le CDS en : (longueur lue sur le CDS : longueur mesurée)

x ancien nombre d'impulsions.

6. Répétez les points 3 et 4 et contrôlez les résultats.

Répétez 3-6 si nécessaire jusqu'à ce que la longueur CDS enregistrée soit égale à la longueur mesurée.

Note : Sélectionnez « NOUV. ZONE » dans le Menu d‘enregistrement chaque fois que vous modifiez ce paramètre.

5.2. L'UNITE D'AFFICHAGE CDS

Pour installer l'unité d'affichage dans un compacteur, fixez une plaque de montage à l'intérieur de la cabine du compacteur et vissez l'unité d'affichage sur cette plaque. L'unité doit être placée de manière à ce que l'écran LCD soit totalement visible et que l'accès aux touches soit aisé. Voir figure 18.

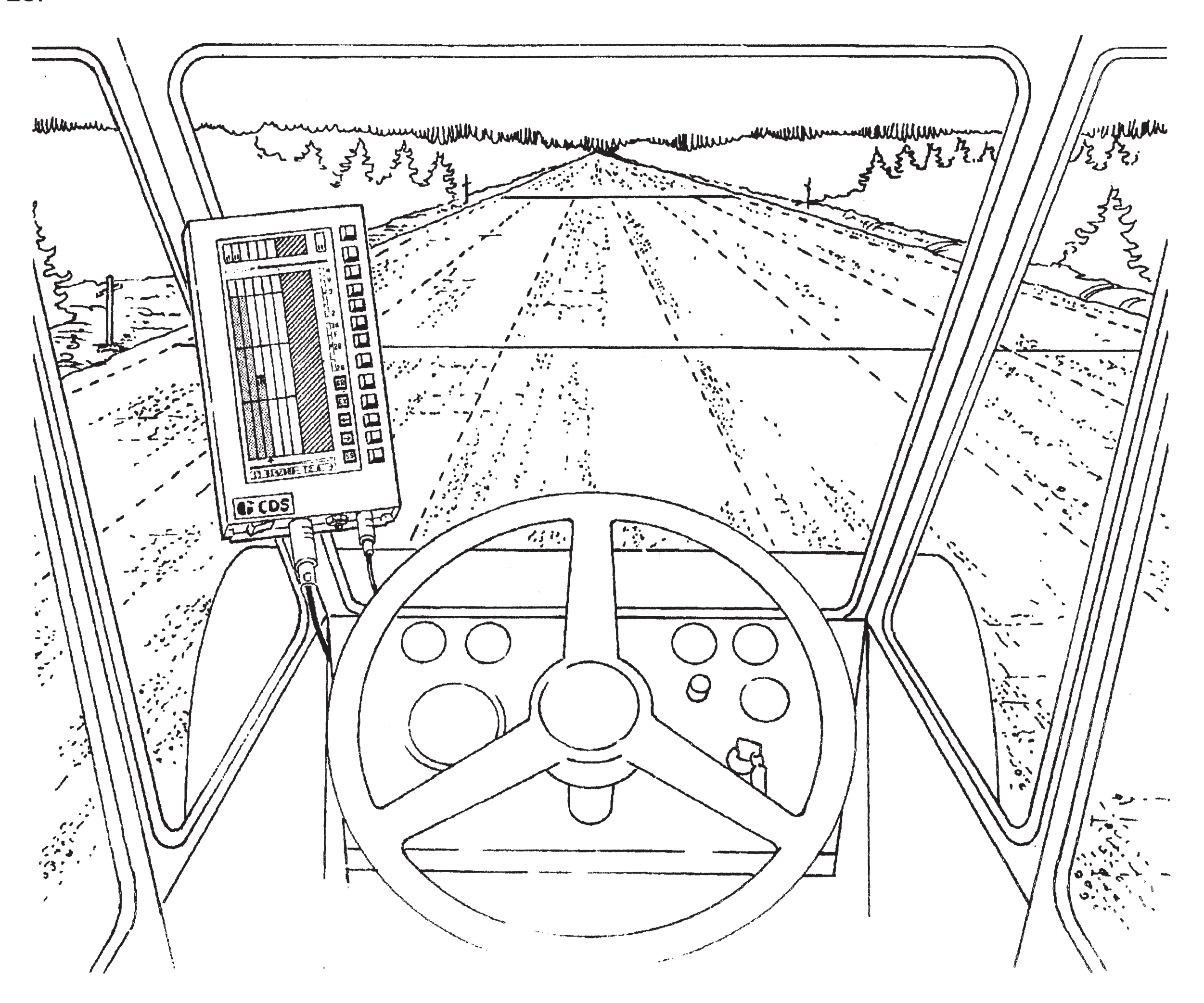


Figure 18. Unité d'affichage installé à l'intérieur d'un compacteur

6. INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION

6.1. ORGANISATION D'UNE ZONE D'ARCHIVAGE

Pour un archivage correct du processus de compactage, il faut que les paramètres du projet, du matériau et du compacteur soit correctement introduits dans le CDS. Il est aussi très important que les positions des zones à archiver et qui sont introduites dans le CDS correspondent aux positions réelles : la ligne de départ, la ligne d'arrêt et la position de chaque bande doivent être bien spécifiées.

La meilleure procédure est de marquer d'abord les lignes de départ et d'arrêt avec des jalons placés en dehors de la zone à compacter, mais le long des lignes. Mesurez toute la largeur de la zone à compacter et archiver. Divisez cette largeur par la largeur du rouleau du compacteur pour obtenir le nombre de bandes. Ensuite, divisez la largeur de la zone à compacter par le nombre de bandes obtenues ci-dessus pour obtenir la largeur de bande. La différence entre la largeur du rouleau et la largeur de la bande est ce qu'on appelle le « chevauchement ».

Un exemple. Mettons que la ligne de départ soit à 14/600 (km/m) et la ligne d'arrêt à 14/720 (km/m). Mettons que la largeur totale de la zone à compacter soit 18 m et que la largeur du rouleau soit 210 cm. Le nombre de bandes sera donc 9, chacune d'une largeur de 200 cm et le chevauchement sera de 10 cm.

Lorsqu'on compacte des zones étendues, il se peut qu'il soit nécessaire de donner une distance de référence, c'est-à-dire une distance perpendiculaire à partir d'une ligne de référence à la zone à compacter. Cette distance de référence se mesure en mètres à gauche ou à droite de la ligne de référence, voir chapitre 7.1.10. Enregistrement.

6.2. METTRE LE SYSTEME EN MARCHE

Assurez-vous que le convertisseur CA-CD est réglé sur une sortie de 12 Volts CD. Ensuite raccordez le convertisseur au réseau de 220 V CA. Connectez le câble du convertisseur au contact marche/arrêt de l'élément d'affichage.

Mettez l'interrupteur d'alimentation de l'unité d'affichage sur on. L'écran LSD affichera le Menu principal, voir figure 19.

Les carrés noirs en regard de chaque option du menu correspondent à une touche tangente sur la même rangée. Pour sélectionnez un menu, appuyez sur la touche à côté du menu. Sous certaines options dans la fenêtre du menu principal se trouvent des constantes importantes qui sont sauvegardées en mémoire. Ces constantes sont affichées de façon à ce que vous en ayez un aperçu rapide et simple.

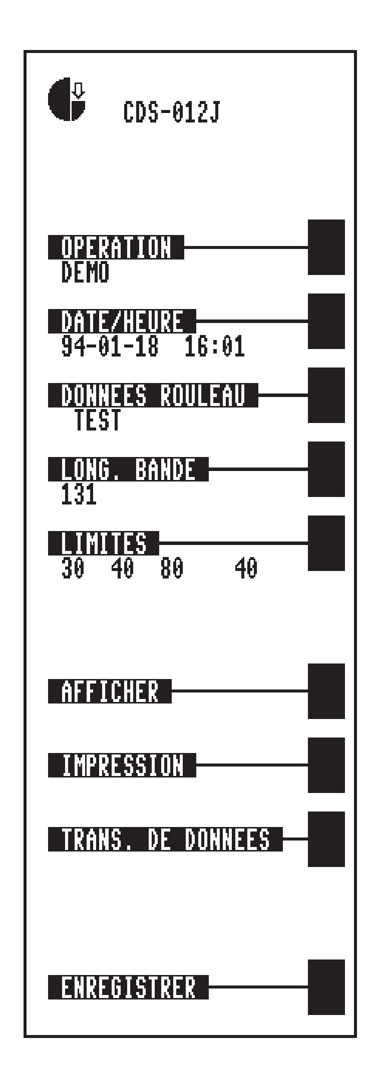


Figure 19. Menu principal

6.3. ENREGISTREMENT

Ci-dessous, vous trouverez la procédure recommandée pour utiliser le CDS-012-J et faire des enregistrements.

1. Introduisez les données du compacteur et du projet dans le CDS, voir respectivement chapitre 7.1.4. Données du compacteur et chapitre 7.1.2. Données du projet.

2. Fixez le CDS dans la cabine du compacteur.

3. Démarrez le compacteur et allumez le CDS. Le Menu principal s'affichera, voir figure 19.

4. Appuyez sur la touche **ENREGISTRER**, et une nouvelle fenêtre et un nouveau menu apparaîtront, avec les options **RETOUR AU MENU**, **NOUV. ZONE**, **CONTIN. DERN. ZONE** et **CONT. Z. AU CHOIX**.
   Si vous sélectionnez **RETOUR AU MENU**, vous retournez au Menu principal et chacun des autres donne un nouvel écran, l'écran de travail (figure 20), voir chapitre 7.1.10. Enregistrement.

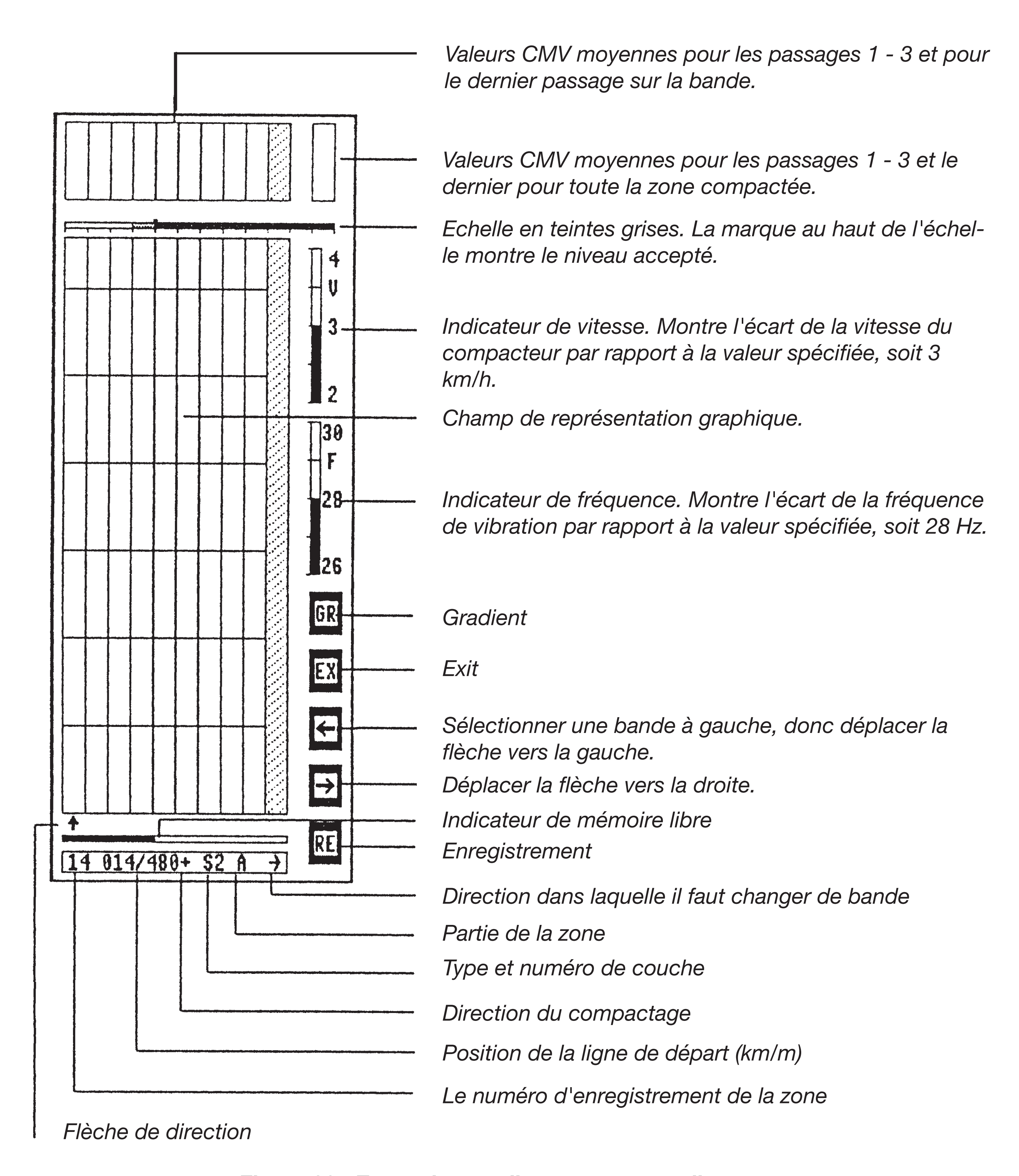


Figure 20. Ecran de travail pour une nouvelle zone.

5. Placez le compacteur quelques mètres derrière la ligne de départ à la première bande[1] et activez la vibration. Réglez la fréquence de vibration pendant que vous observez l'indicateur de fréquence à l'écran de travail.

1) Notez qu'au début d'un nouvel enregistrement, la flèche de direction (figure 20) pointe vers la première bande (la première bande à gauche - sauf si « Change strip » a été sélectionné à gauche dans le Menu du chantier (<–), auquel cas la flèche de direction pointera vers la première bande à droite).

6. Appuyez sur la touche **EN** ou sur le bouton Start/Stop (marche/arrêt). Le symbole **EN** se modifie en **SS** et le symbole du compacteur apparaît à la ligne de départ. Maintenant le système est prêt à commencer l'enregistrement et lorsqu'on appuie sur la touche **SS** ou le bouton Start/Stop, l'enregistrement et le stockage des données dans la mémoire commencera.

7. Conduisez le compacteur et réglez la vitesse du rouleau pendant que vous observez l'indicateur de vitesse à l'écran de travail. Appuyez sur la touche **SS** ou le bouton Start/Stop lorsque l'axe du rouleau passe la ligne de départ. Pour indiquer que l'enregistrement a lieu, le symbole **SS** se modifie en un symbole **EN** qui clignote et les symboles **GR**, **EX**, **<-** et **->** disparaissent. Pendant le compactage, on peut observer à l'écran de travail :

   - le symbole du compacteur qui bouge le long de la bande ;
   - les indicateurs de fréquence et de vitesse qui affichent continuellement les écarts de fréquence et de vitesse par rapport aux valeurs spécifiées ;
   - une représentation sur un graphique en teintes grises des valeurs CMV/RMV après le symbole du compacteur ;
   - les bandes où la fréquence, la vitesse et le double saut sont en dehors des limites données, marquées par une ligne pour chacune[2].

   Lorsque le symbole **EN** clignote, cela signifie que les données sont continuellement recueillies et stockées dans la mémoire de l'unité d'affichage.

8. Lorsque l'axe du rouleau passe la ligne d'arrêt à la fin de la bande en question, appuyez sur la touche **EN** qui clignote ou sur le bouton Start/Stop. Il se produit ce qui suit :

   - Le symbole du compacteur disparaît.
   - La flèche qui indique la direction du rouleau (flèche de direction) se déplace et/ou change de direction suivant le programme sélectionné. La flèche indique la bande suivante à compacter et la direction du compactage.
   - La CMV moyenne pour la bande compactée est affichée dans le bloc d'informations au-dessus du champ du graphique en teintes grises.
   - A l'angle supérieur droit apparaît la CMV moyenne pour toute la zone.

9. Conduisez le compacteur jusqu'à la bande indiquée par la flèche à l'écran ou déplacer la flèche, avec la touche correspondante vers la bande que vous désirez. Il est important que le compacteur roule sur la même bande et dans la même direction que celles indiquées par la flèche et le symbole du compacteur.

10. Répétez 5 - 9.

11. Après au moins quatre passages sur une bande, un écran gradient peut s'obtenir en appuyant sur la touche **GR**, voir chapitre 7.3. Gradient.

12. Recompactez les régions où, d'après l'écran gradient, un compactage supplémentaire est nécessaire. N'enregistrez rien.

13. Compactez et enregistrez les résultats de compactage de la zone entière.

14. Imprimez un rapport.

---

2) Notez que ces écarts ne peuvent être donnés que lorsque « Montrer F-D-V-A » a été sélectionné dans le Menu des paramètres. De plus, le double saut ne peut être mesuré et montré que lorsque le CDS est connecté à un compactomètre du type ALFA-020R.

7. MENUS

Ce chapitre décrit en détail les procédures de fonctionnement et les menus du système CDS-020-J. Nous vous conseillons donc de lire attentivement ce chapitre de façon à tirer le maximum de fonctions du système.

7.1. MENU PRINCIPAL

Lorsqu'on allume l'écran, il affiche le Menu principal et certains des paramètres stockés à ce moment dans la mémoire, voir figure 21 ci-dessous.

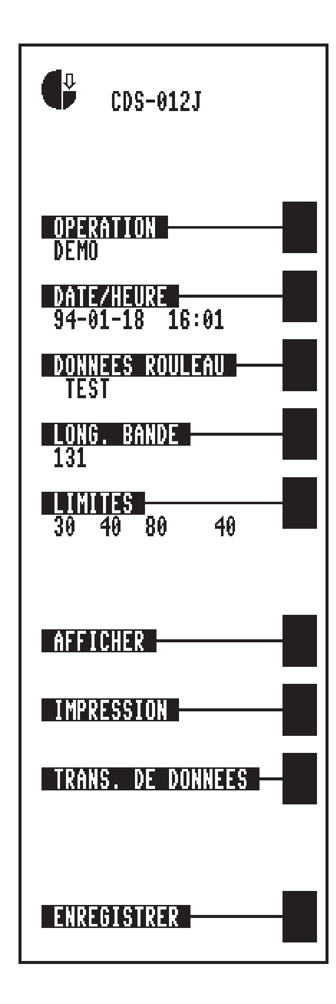


Figure 21. Ecran avec Menu principal

7.1.1. Paramètres

Le Menu des paramètres se sélectionne à l'écran du Menu principal en appuyant sur la touche montrée dans la figure 22 (c'est-à-dire la deuxième touche de dessus).

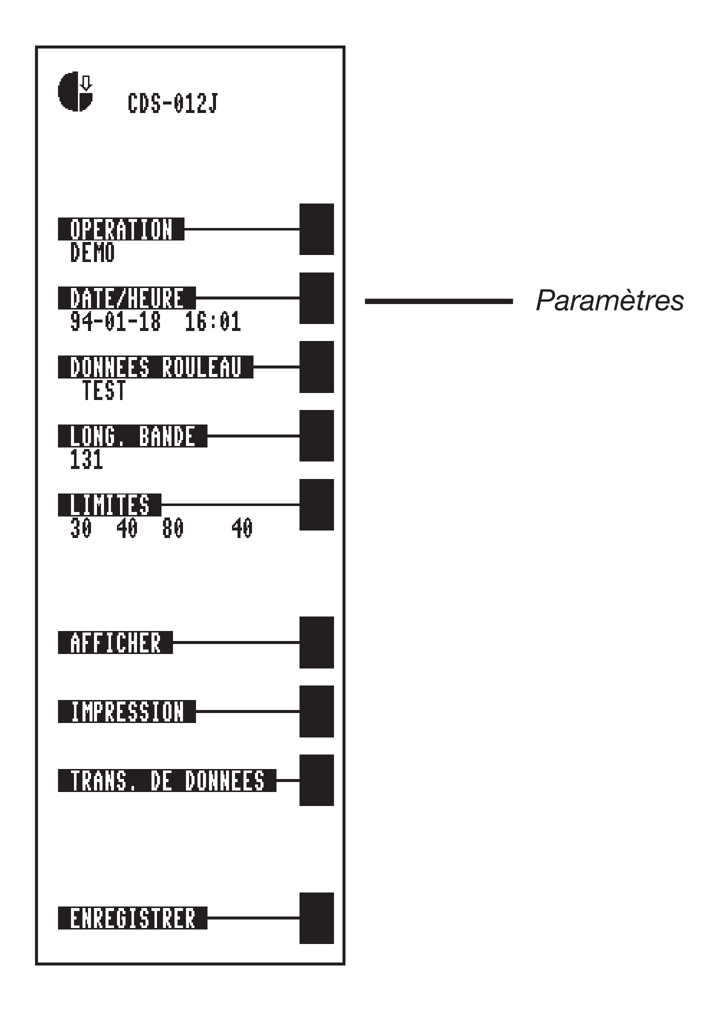


Figure 22. Le Menu des paramètres caché

Le Menu des paramètres est caché pour éviter que des paramètres d'installation importants soient modifiés par mégarde. Ce menu ne doit être utilisé que pour modifier des paramètres d'installation permanents, tels que la langue, le nom de la société etc. Voir figure 23.

- **LANGUE :** le CDS peut être installé dans l'une des langues suivantes :

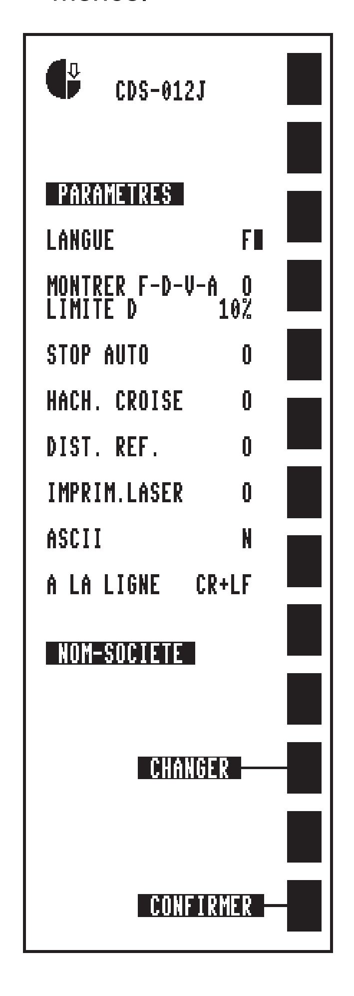
  1. Suédois (**S**)
  2. Allemand (**D**)
  3. Anglais (**E**)
  4. Français (**F**)

- **MONTRER F-D-V-A :** sélectionnez **O**ui pour faire afficher ce qui suit :

  Les régions compactées à des vitesses et des fréquences au-delà des limites acceptées sont marquées par des lignes dans la représentation graphique des résultats de compactage (donc à l'écran de travail, l'écran des résultats et dans le rapport).
  Les régions où l'ampleur des doubles sauts durant le compactage excédait le niveau accepté, sont marquées par une ligne dans la représentation graphique.

  L'amplitude utilisée durant le dernier passage (basse ou élevée) est indiquée par un symbole sinus dans chaque bande, à condition que le sélecteur d'amplitude du compacteur soit connecté à un compactomètre.

Sélectionnez **N**on pour ne pas afficher ou indiquer les données ci-dessus. La sélection faite ici ne peut être modifiée pour une zone particulière au moment où l'enregistrement de cette zone commence.



- **Limite D :** Le double saut est indiqué lorsque son ampleur dépasse cette limite (on peut sélectionner les limites de 10%, 15%, 20% ou 25%). La cause du double saut et la manière dont il affecte les valeurs CMV diffèrent de compacteur en compacteur. Cette limite est sélectionnée en fonction de soit le calibrage, soit le « catalogue des matériaux » ou les recommandations du client. La limite D n'affecte pas les valeurs de double saut enregistrées, il n'a d'influence que sur l'indication du double saut. Cette sélection ne peut être modifiée pour une zone particulière au moment où l'enregistrement commence dans cette zone.

- **STOP AUTO :** Lorsque l'arrêt automatique est sélectionné (**O**ui), la longueur de bande maximale de chaque bande sera réglée d'après la première longueur compactée dans la zone. Tous les enregistrements suivants dans chaque bande seront automatiquement arrêtés à la longueur de bande programmée. Si la zone à compacter n'est pas rectangulaire, sélectionnez **N**on avant de commencer le compactage. Ensuite vous devrez sélectionner la longueur de chaque bande individuellement en arrêtant manuellement les enregistrements avec le bouton Start/Stop ou la touche **SS**. Stop auto n'a pas d'effet dans le programme 2 (voir <u>Menu du chantier</u>) parce que dans le programme 2, la longueur de la bande est programmée automatiquement, sans qu'il soit tenu compte de la sélection Stop auto.

Figure 23. Menu des paramètres

- **HACH. CROISE :** si le nombre de bandes à compacter (ce nombre est sélectionné à partir du <u>Menu du chantier</u>) est moins élevé que dix, vous pouvez sélectionner ici **O**ui, afin de hachurer les bandes qui ne doivent pas être utilisées, ou **N**on dans le cas contraire. Le nombre de bandes et la hachuration croisée peuvent être modifiés à tout moment, même après que l'enregistrement a commencé.

- **DIST. REF. :** distance de référence : si vous avez l'intention d'utiliser une ligne de référence pour la zone à compacter, sélectionnez **O**ui. La distance de référence réelle se sélectionne dans le <u>Menu d’enregistrement</u> (nouvelle zone).

- **IMPRIM. LASER :** il y a deux routines d'imprimantes dans le CDS, une pour les imprimantes laser (HP PCL) et une pour les imprimantes matricielles, comme IBM proprinter. Sélectionnez **O**ui pour une imprimante laser et **N**on pour une imprimante matricielle.

- **ASCII :** Sélectionnez **O**ui pour envoyer des caractères en code ASCII (ISO) à l'imprimante ou **N**on pour des caractères en code IBM-PC. Si les caractères imprimés ne sont pas corrects, modifiez cette sélection-ci et/ou les installations de l'imprimante.

- **A LA LIGNE :** vous pouvez sélectionner CR (Carriage Return, retour du chariot), LF (Line Feed, à la ligne) ou CR+LF (retour chariot et à la ligne). Ici votre sélection détermine le code à envoyer à l'imprimante à chaque nouvelle ligne. Faites une autre sélection et/ou modifiez l'installation de votre imprimante si le retour ligne n'est pas correct !

- **NOM-SOCIETE :** Introduisez ici en maximum 20 caractères le nom de votre société. Si vous n'introduisez pas de nom, le nom imprimé sur le rapport sera GEODYNAMIK AB.

Le tableau 2 énumère les options et les possibilités que vous trouvez sous le Menu des paramètres.

	Possibilités	Peut être modifié après l'enregistrement
Langue	Suédois, allemand, anglais, français	Oui
Montrer F-D-V-A	Oui ou Non	Non
Limite D	10%, 15%, 20% ou 25%	Non
Stop auto	Oui ou Non	Non
Hachure croisée	Oui ou Non	Oui
Dist. ref.	Oui ou Non	Non
Imprimante laser	Oui ou Non	Oui
ASCII	Oui ou Non	Oui
A la ligne	CR, LF, ou CR+LF	Oui

Tableau 2. Possibilités dans le Menu des paramètres

Changer de possibilité

Choisissez une autre possibilité en appuyant sur la touche **CHANGER**. Chaque fois que vous appuyez sur cette touche, une autre possibilité disponible apparaît. Lorsque la possibilité que vous désirez est affichée, confirmez-la en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Appuyez sur la touche **EFFACER** pour effacer le texte actuel (on peut effacer tout ou partie du texte). Introduisez alors le nouveau texte en appuyant sur les touches qui correspondent aux caractères désirés. Les caractères en face des 10 touches supérieures peuvent être mis en majuscules en appuyant sur la touche **CHANGER**.

Les caractères sont affichés dans l'ordre suivant :

1. A - J
2. K - T
3. En suédois : U - Ö et Ü
   En allemand : U - Z et A, Ä, Ö, Ü
   En anglais : U - Z et Ç É Ö Ñ
4. 0 - 9
5. + - . \ : ; < = >

Appuyez sur la touche **CONFIRMER** pour accepter le texte introduit.

Après avoir confirmé toutes les entrées ci-dessus, deux nouvelles touches apparaissent au bas de l'écran, comme le montre la figure 24 ci-dessous.

Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche **O**ui pour sauvegarder les données introduites ou appuyez sur la touche **N**on et modifiez les introductions.

Après avoir appuyé sur la touche **O**ui ci-dessus, un nouveau menu apparaît, voir figure 25.

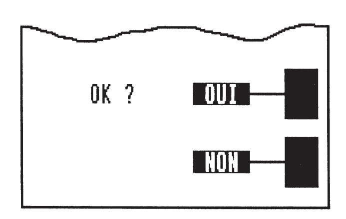
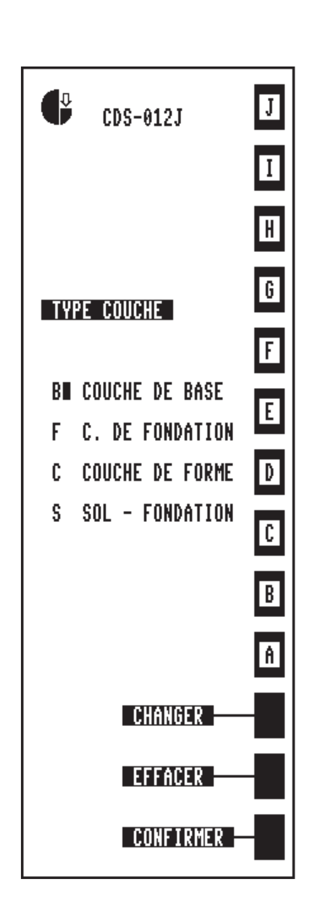


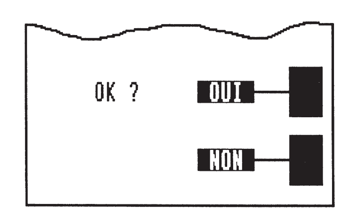
Figure 24. Le contrôle des données introduites



Ce menu vous permet de changer la dénomination des types de couches. Pour modifier le texte, appuyez sur la touche **EFFACER** pour effacer le texte actuel (on peut effacer tout ou partie du texte) et introduisez ensuite le nouveau texte en tapant les caractères désirés. Les caractères peuvent être mis en majuscule en appuyant sur la touche **CHANGER**. Confirmez le texte introduit en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Après avoir confirmé toutes les introductions ci-dessus, deux nouvelles touches apparaissent au bas de l'écran, comme le montre la figure 26 ci-dessous :

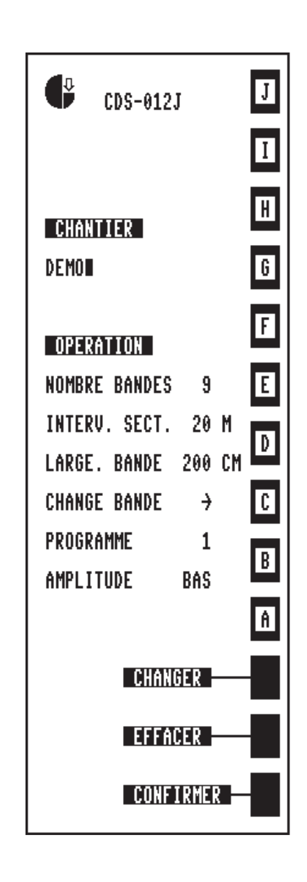
Figure 25. Ecran du <u>Menu des types de couche</u>



Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche **O**ui pour sauvegarder les données entrées et retournez au Menu principal ou appuyez sur la touche **N**on et introduisez les modifications.

Figure 26. Confirmation des données introduites.

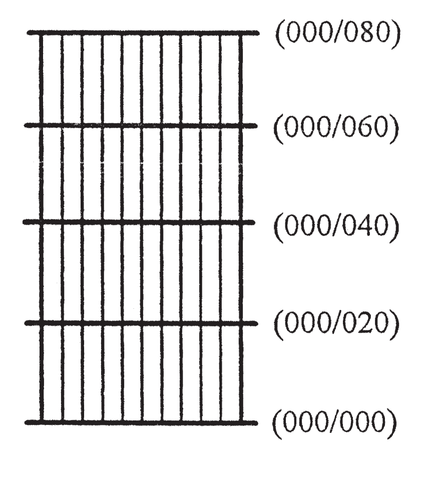
7.1.2. Chantier



Utilisez ce menu pour modifier le nom et les données du projet (le nombre de bandes, l'intervalle de section, la largeur de bande, le programme et l'amplitude), voir figure 27.

- **NOM DU CHANTIER :** dans l'exemple DEMO.
- **NOMBRE BANDES :** le nombre de bandes parallèles : cela peut aller de 1 à 10, dans l'exemple ci-dessus on a choisi 9 bandes. Si le numéro introduit est moins que 1, le nombre de bandes sera programmé sur 1 et si le numéro introduit est plus grand que 10, le nombre enregistré sera programmé sur 10.
- **INTERV. SECT. :** intervalle de section (dans l'exemple plus de 20 m) : il s'agit de la distance entre les lignes horizontales affichées à l'écran de travail, à l'écran des résultats et dans le rapport (voir figure 28).

Figure 27. Menu du chantier



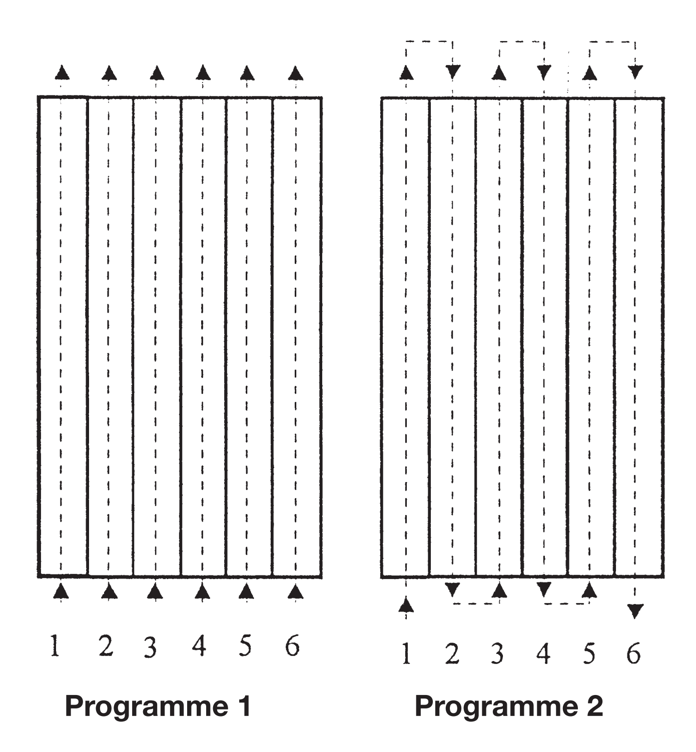
Dans la figure 28, l'intervalle de section est de 20 m, c'est-à-dire que la distance entre les lignes horizontales est de 20 m. L'intervalle minimal possible est de 10 m, et le maximum est 250 m. Si vous introduisez un chiffre en dessous de 10, l'intervalle sera programmé sur 10 m, et si vous introduisez un chiffre plus élevé que 250, l'intervalle sera programmé sur 250 m.

- **LARGE. BANDE :** la largeur de bande (dans la figure 27 égale à 200 cm) est la différence entre la largeur du rouleau (210 cm) et le chevauchement (10 cm), voir chapitre 6.1. Organisation d'une zone d’archivage. Le minimum de largeur de bande possible est de 50 cm et le maximum 305 cm. Si vous introduisez un chiffre de moins de 50, la largeur de bande sera programmée sur 50, et si vous introduisez un chiffre de plus de 305, elle sera programmée sur 305 cm.

Figure 28. Intervalle de section

- **CHANGE BANDE :** Avec change bande, vous pouvez choisir de compacter une zone de gauche à droite (—>) ou de droite à gauche (<—), (dans l'exemple —>). Le compactage de droite à gauche ne doit être utilisé que dans les cas spéciaux.

- **PROGRAMME :** L'organisation du compactage (dans l'exemple 1). Il y a deux manières d'organiser un compactage, le programme 1 et le programme 2, voir figure 29.



Le programme 1 est la façon la plus commune d'organiser le compactage. Dans ce cas, le compacteur est conduit en marche avant en mode vibrant, et ensuite, en mode statique, en marche arrière sur la même bande. Il n'est pas fait d'enregistrements pendant la marche arrière. Le conducteur change de bande derrière la ligne de départ et compacte la bande suivante avec un compacteur vibrant en marche avant et fait ensuite marche arrière en mode statique sans enregistrements, etc. Alternativement, le compacteur peut faire marche arrière en mode vibrant sans enregistrement. Lorsqu'on compacte une zone avec des bandes inégales en longueur, c'est-à-dire une zone non rectangulaire, il faut utiliser le programme 1.

Figure 29. Organisation du compactage selon les programmes 1 et 2.

Dans le programme 2, vous conduisez le compacteur en marche avant sur une bande dans le mode vibrant et lorsque vous dépassez la ligne d'arrêt, vous faites faire demi-tour au compacteur et le conduisez sur la bande suivante, toujours en mode vibrant, etc. Alternativement vous pouvez changer de bande sans faire tourner le compacteur et ainsi compacter chaque autre bande avec le compacteur en marche arrière. Le programme 2 ne peut être utilisé que pour des zones rectangulaires parce que toutes les bandes doivent avoir la même longueur. Le programme se met automatiquement à la même longueur que la première longueur compactée.

- **AMPLITUDE :** vous pouvez choisir entre une amplitude élevée ou basse (basse dans l'exemple). Introduisez l'amplitude réelle en mm pour les deux possibilités dans le Menu des données du compacteur.

Le tableau 3 donne le nombre maximum de caractères que vous pouvez introduire dans un champ déterminé et les unités de mesure de chaque paramètre.

	Nombre de caractères	Unités
Nom du projet	20	—
Nombre de bandes	2	—
Intervalle de section	3	m
Largeur de bande	3	cm

Tableau 3. Nombre de caractères/champ et unités des paramètres dans le Menu du chantier

Le tableau 4 donne les possibilités disponibles dans le Menu du chantier : changement de bande, programme et amplitude.

	Possibilités
Changement de bande	<— ou —>
Programme	1 ou 2
Amplitude	élevée ou basse

Tableau 4. Possibilités dans le Menu du chantier

Remplacer et modifier le texte dans le Menu du chantier

Pour modifier le nom du projet, le nombre de bandes, l'intervalle de section et la largeur de bande, appuyez sur la touche **EFFACER** pour effacer le texte actuel (on peut effacer tout ou partie du texte) et ensuite introduisez le nouveau texte en tapant les touches correspondant aux caractères désirés. On peut mettre les caractères en majuscule en appuyant sur la touche **CHANGER**. Après avoir tapé le texte, confirmez en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Passez d'une des possibilités du « change bande », « programme » et « amplitude » à l'autre en appuyant sur la touche **CHANGER**. Chaque fois que vous appuyez sur cette touche, une autre possibilité disponible apparaît. Lorsque la possibilité que vous désirez est affichée, confirmez en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Après confirmation de toutes les introductions ci-dessus, deux nouvelles touches apparaissent au bas de l'écran, comme le montre la figure 30 ci-dessous :

Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche **OUI** pour sauvegarder les données introduites et retournez au Menu principal ou appuyez sur la touche **NON** et opérez les changements.

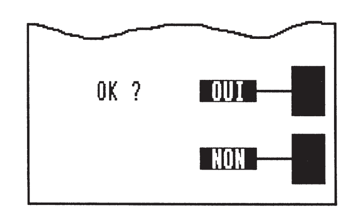
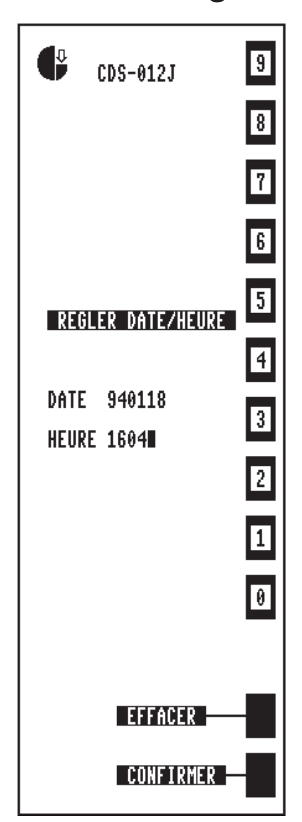


Figure 30. Contrôle des données introduites

7.1.3. Horloge



Ce menu n'est utilisé que lorsque la date et l'heure affichées ne sont pas correctes ou au passage de l'heure d'hiver à l'heure d'été, voir figure 31.

Pour introduire la date, tapez l'année, le mois et enfin le jour (AAMMJJ) et pour l'heure d'abord l'heure, ensuite les minutes (HHMM). Ceci est une horloge de 24 heures, et 2h30 de l'après-midi par exemple est affiché 1430.

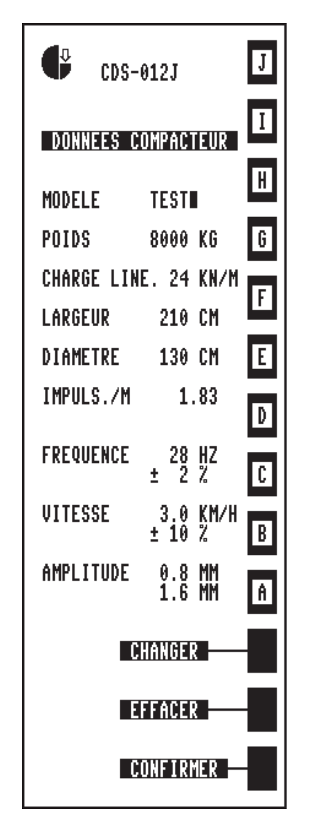
Pour modifier la date, appuyez sur la touche **EFFACER**. Vous pouvez effacer tout ou partie du texte affiché. Introduisez la date à l'aide des touches numériques affichées. Confirmez la nouvelle date en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

L'heure se règle de la même façon que la date : effacez d'abord l'heure affichée, et introduisez ensuite la nouvelle heure et enfin appuyez sur la touche **CONFIRMER**.

Dès que la date et l'heure sont programmées, elles seront correctes pendant des mois. L'horloge est alimentée par une batterie qui peut durer au moins 5 ans.

Figure 31. Menu d'horloge

7.1.4. Données du compacteur



Utilisez le Menu des données du compacteur pour introduire les spécifications du compacteur qui sont essentielles pour le CCC, voir figure 32. On trouve ces spécifications dans le mode d'emploi du compacteur, dans le catalogue officiel des standards ou on peut les obtenir par calibrage. Faites attention aux unités de mesure des paramètres (kg, kN/m, etc.)

- **MODELE** : la désignation du compacteur, dans l'exemple TEST
- **POIDS** : le poids total en kg du compacteur, dans l'exemple 8000 kg.
- **CHARGE LINE.** : la charge de la ligne du compacteur en kN/m (1,02 fois la valeur en kg/cm), dans l'exemple 24 kN/m.
- **LARGEUR** : la largeur du rouleau en cm, dans l'exemple 210 cm
- **DIAMETRE** : le diamètre du rouleau en cm, dans l'exemple 130 cm
- **IMPULS./M** : le nombre d'impulsions du senseur I par longueur de rouleau en mètres. Avec deux décimales, dans l'exemple 1,83. Note : le nombre d'impulsions doit toujours être réglé à 2 impulsions/m si le CDS est connecté à un processeur POM.

Figure 32. Menu des données du compacteur

- **FREQUENCE :** Fréquence de vibration spécifiée en Hz et pourcentage d'écart accepté, dans l'exemple respectivement 28 Hz et 2%. Dans le Menu des paramètres vous pouvez choisir d'indiquer ou non les régions où la fréquence est hors des limites programmées. Un écart de fréquence non accepté est indiqué par une ligne à l'écran de travail, à l'écran des résultats et dans le rapport dans chaque bande et section où il apparaît.

- **VITESSE :** la vitesse spécifiée du compacteur en km/h et le pourcentage d'écart accepté, dans l'exemple respectivement 3 km/h et 10 %. Dans le Menu des paramètres, vous pouvez choisir d'indiquer ou non les régions où la vitesse dépasse les limites réglées. Un écart de vitesse non accepté est indiqué par une ligne à l'écran de travail, à l'écran des résultats et dans le rapport dans chaque bande et section où il apparaît.

- **AMPLITUDE :** l'amplitude actuelle en mm. On peut introduire deux valeurs correspondant à LOW (bas) et HIGH (haut), dans l'exemple 0,8 mm et 1,6 mm.

Le tableau 5 donne le nombre maximum de caractères que vous pouvez introduire dans un champ déterminé et les unités de mesure de chaque paramètre.

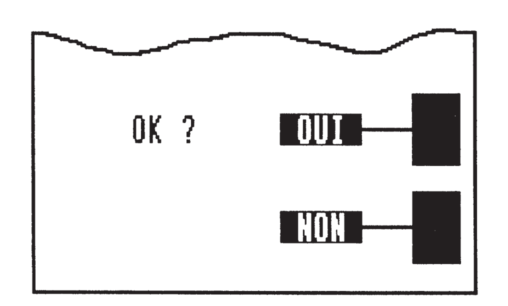
	Nombre de caractères/champ	Unités
Modèle	8	—
Poids	5	kg
Charge sur ligne	2	kN/m
Largeur	3	cm
Diamètre	3	cm
Impulsions/m	5	—
Fréquence	2 2	Hz %
Vitesse	2 2	km/h %
Amplitude	2 2	mm mm

Tableau 5. Nombre de caractères/champ et unités dans le Menu des données du compacteur

Modifier les entrées des « données du compacteur »

Pour modifier le texte, appuyez sur la touche **EFFACER** pour effacer le texte actuel (on peut effacer tout ou partie du texte) et introduisez ensuite le nouveau texte en tapant les caractères désirés. Les caractères peuvent être mis en majuscule en appuyant sur la touche **CHANGER**. Après avoir introduit le texte, confirmez en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Après confirmation de la dernière introduction (amplitude), deux nouvelles touches apparaissent comme le montre la figure 33.



Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche Oui pour sauvegarder les données introduites et retournez au Menu principal, ou appuyez sur la touche Non et faites des modifications.

Figure 33. Contrôler les données introduites

7.1.5. Longueur de bande

Sous ce menu, vous introduisez la longueur maximale de bande qui doit être affichée à l'écran. La totalité de cette longueur ne doit pas être utilisée dans chaque bande. Vous pouvez faire des enregistrements plus courts dans certaines ou dans toutes les bandes.

La longueur maximale de bande dépend des données du compacteur (diamètre du rouleau et nombre d'impulsions du senseur I). Le nombre maximal de valeurs CMV qui peuvent être enregistrées dans une bande est de 120, indépendamment du passage ou de la bande. Le choix de cette longueur (longueur de bande) va donc affecter la longueur de l'intervalle entre les mesurages et donc aussi la résolution. Une longueur de bande longue donne un intervalle de mesurage long et une basse résolution tandis qu'une longueur de bande courte donne un intervalle de mesurage court et une haute résolution.

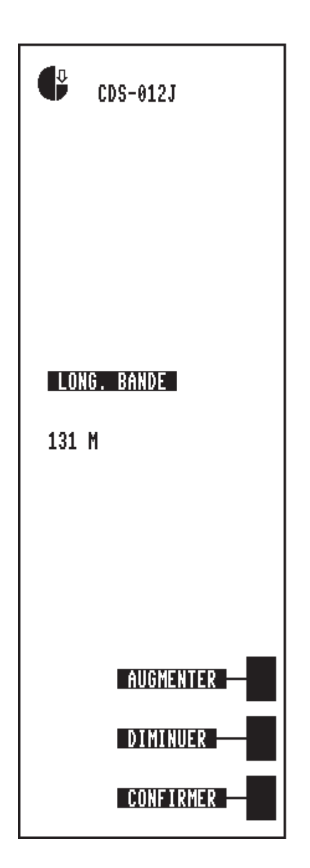
Les possibilités de longueur de bande maximale disponibles sont des multiples de 60, voir tableau 6.

Longueur de bande (m)	Intervalle de mesurage (m)
60	0,5
120	1,0
180	1,5
240	2,0
300	2,5
360	3,0
420	3,5
480	4,0
540	4,5
600	5,0

Tableau 6. Longueurs de bandes en tant que multiple de 60 et intervalles de mesurage correspondants

Note : Si le nombre d'impulsions/m n'est pas un multiple de 2, la longueur de la bande ne peut pas être programmée exactement sur un multiple de 60, mais vous obtiendrez des longueurs de bande légèrement différentes de celles données au tableau 6.

La figure 34 montre l'écran du Menu de longueur de bande.

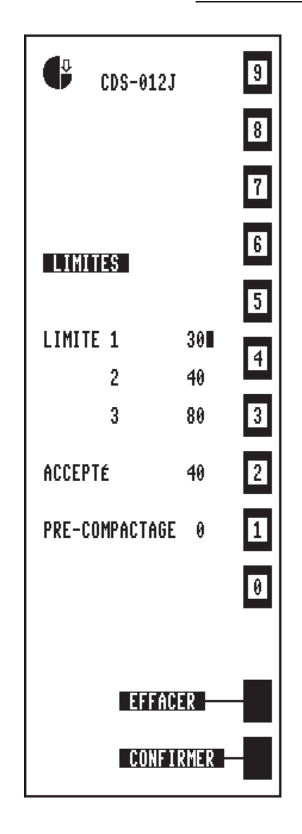


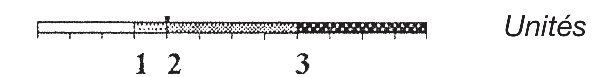
Vous augmentez ou diminuez la longueur de bande en appuyant respectivement sur la touche **AUGMENTER** ou **DIMINUER**. Pour accepter la valeur affichée, appuyez sur la touche **CONFIRMER**.

Figure 34. Ecran du Menu de longueur de bande

7.1.6. Limites

Les limites pour les teintes grises aux écrans de travail, de gradient et des résultats se sélectionnent dans le Menu des limites. Les limites sont données en unités CMV (Compaction Meter Values, valeurs de mesure de compactage) ou OMV (Oscillo Meter Values, valeurs de l'oscillomètre). La figure 35 montre l'écran du Menu des limites.





- **LIMIT 1, 2** and **3**. Ces limites sont données en unités CMV/OMV et sont utilisées pour le réglage de l'échelle en teintes grises de la représentation graphique des résultats du compactage.

  L'échelle en teintes grises est graduée de 0 à 120 et est programmée conformément à ce qui suit :

  Blanc : les valeurs MV/OMV entre les limites 0 et 1.
  Gris clair : les valeurs entre les limites 1 et 2
  Gris foncé : les valeurs entre les limites 2 et 3
  Noir : les valeurs plus grandes que la limite 3.

- **ACCEPTE :** il s'agit du niveau de compactage donné en unités CMV/OMV qui est supposé être atteint dans les résultats finaux. Ce niveau est indiqué par une marque noire en haut de l'échelle en teintes grises à l'écran de travail et dans le rapport CCC.

Figure 35. L'écran du Menu des limites et l'échelle en teintes grises.

- **PRE-COMPACTAGE :** il s'agit d'un nombre réel ou fictif de passages qui représente le degré de pré-compactage d'une zone. Cette valeur est utilisée dans la fonction de gradient pour calculer le nombre de passages complémentaires nécessaires pour atteindre le niveau accepté.

Dans certains pays, on utilise le concept de « valeur minimale », c'est-à-dire qu'une valeur de compactage minimum est donnée et que l'on exige que les résultats finaux du compactage ne contiennent pas de valeurs en dessous des « valeurs minimales ». En pratique, cette méthode est presque impossible et très chère au point de vue économique.

L'échelle en teintes grises du CDS est destinée à rendre l'archivage réaliste et facile. Cette échelle est basée sur le niveau accepté et l'écart accepté dans un groupe de valeurs CMV et OMV autour (au-dessus et en dessous) du niveau accepté. Ce groupe de valeurs CMV/OMV se programme en donnant les limites conformément à ce qui suit :

LIMITE 1 = niveau accepté moins l'écart minimal accepté
LIMITE 2 = niveau accepté
LIMITE 3 = niveau accepté plus l'écart maximal accepté.

Lorsque les limites sont programmées de cette façon, les régions dont les résultats de compactage se trouvent à l'intérieur des limites acceptées, seront représentées en gris clair et gris foncé dans le rapport CCC, à l'écran de travail et à l'écran des résultats. La zone blanche représentera les régions sous-compactées et la zone noire les régions surcompactées.

Le niveau accepté et l'écart accepté peuvent s'obtenir à partir d'un calibrage ou d'un « catalogue des matériaux » avec des tableaux de matériaux possibles, d'épaisseurs de couches, de compacteurs et des valeurs CMV/OMV (par exemple en Autriche). Ces valeurs peuvent aussi s'obtenir des spécifications et des standards officiels.

Pour modifier les limites, le niveau accepté et le pré-compactage, appuyez sur la touche **EFFACER** pour effacer les valeurs présentes (on peut effacer tout ou partie du texte) et introduisez ensuite les nouvelles valeurs en appuyant sur les touches correspondant aux chiffres désirés. Après avoir introduit la nouvelle valeur, confirmez en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Après confirmation de toutes les données introduites, l'écran sera comme dans la figure 36.

Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche **OUI** pour sauvegarder les données introduites et retournez au Menu principal ou appuyez sur la touche **NON** et apportez des modifications.

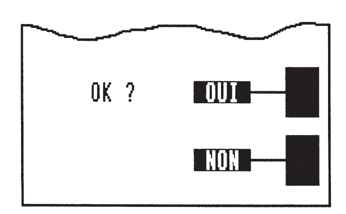


Figure 36. Confirmation des données introduites

7.1.7. Affichage

Ce menu vous permet de visualiser les résultats du compactage à l'écran des résultats, d'avoir des informations détaillées concernant la zone enregistrée à l'écran du diagramme et de visualiser une liste de toutes les zones enregistrées, voir figure 37. La liste (figure 37) peut contenir maximum 32 zones (le nombre maximum de zones qu'on peut enregistrer dans le CDS) et chaque ligne contient les données d'identification pour une zone donnée.

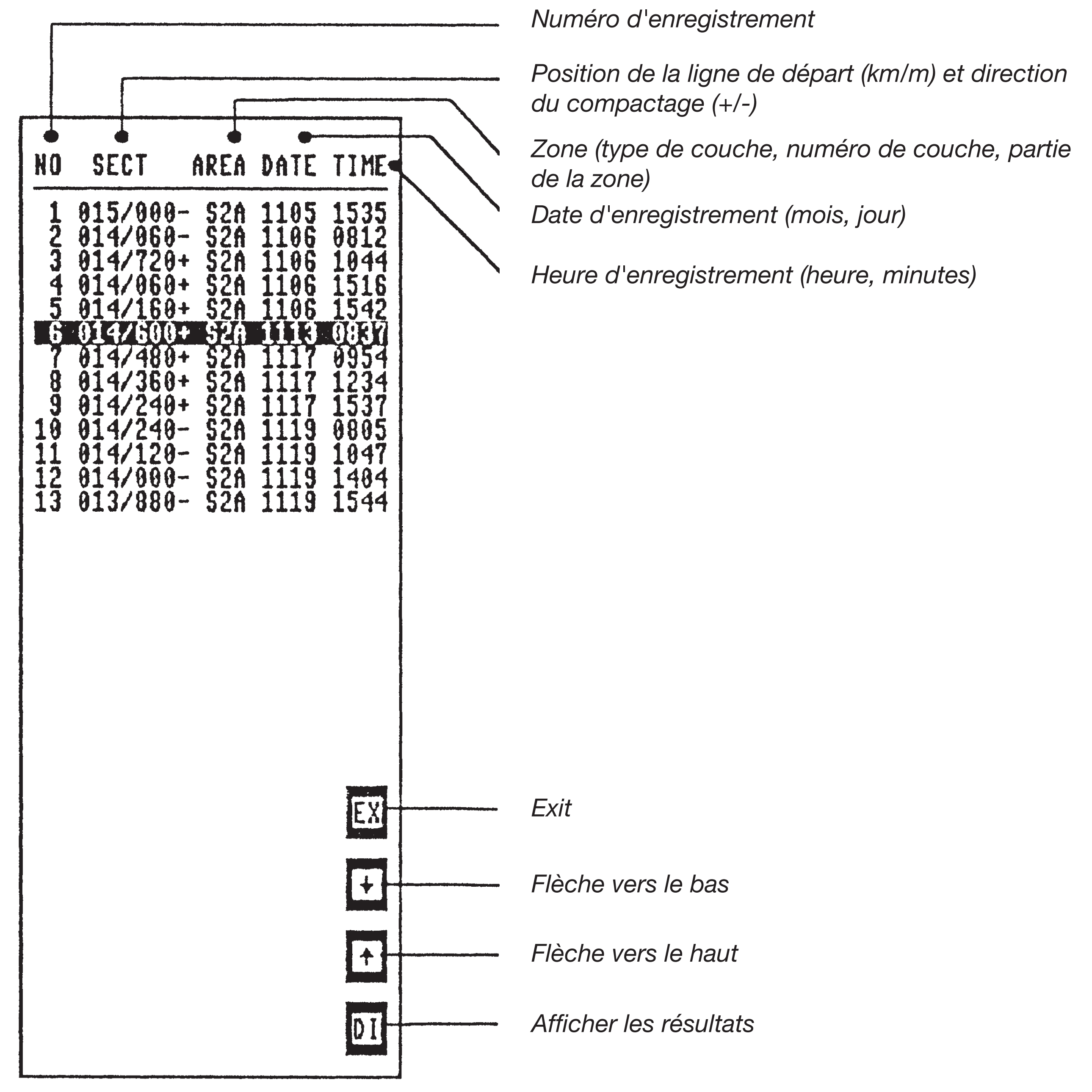
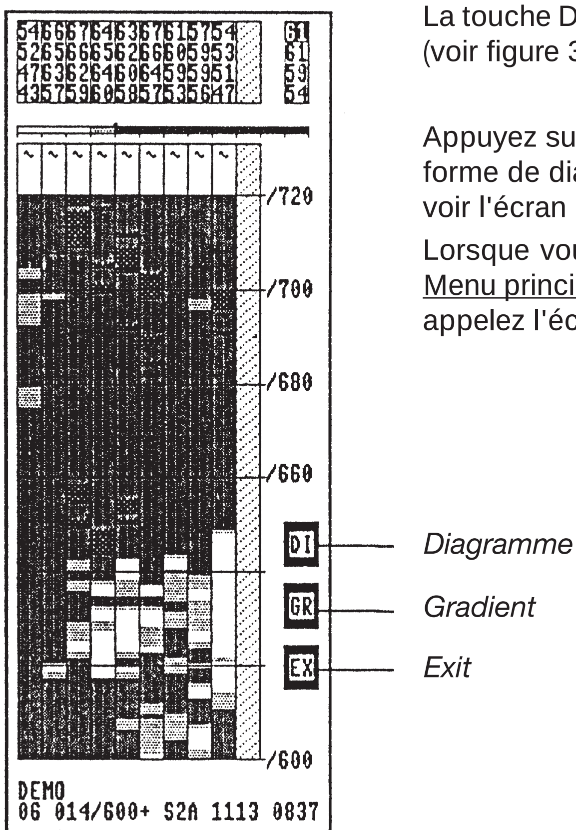


Figure 37. Une liste des zones enregistrées

Pour sélectionner une zone, déplacez à l'aide des touches des flèches le curseur vers le haut ou vers le bas jusqu'à la zone souhaitée (figure 37).

Avec la touche **EX** on appelle le Menu principal et la touche **DI** appelle l'écran des résultats qui affiche les résultats de compactage de la zone sélectionnée, voir figure 38.

Ecran des résultats



La touche DI dans le Menu d'affichage appelle l'écran des résultats (voir figure 38).

Appuyez sur la touche **DI** (diagramme) pour voir les résultats sous forme de diagramme ou appuyez sur la touche **GR** (gradient) pour voir l'écran gradient.

Lorsque vous appuyez sur la touche **EX** vous appelez l'écran du Menu principal et lorsque vous appuyez sur une autre touche, vous appelez l'écran du Menu d'affichage.

Figure 38. Ecran des résultats

Diagramme

+ = *passage suivant*

+ = *bande suivante*

On peut étudier en détail le degré de compactage d'une bande au moyen du diagramme, voir figure 39.

Imprimer

Exit

Figure 39. Diagramme

PASS : un des passages enregistrés dans la bande sélectionnée

BANDE : une des bandes enregistrées (de 0 à 10).

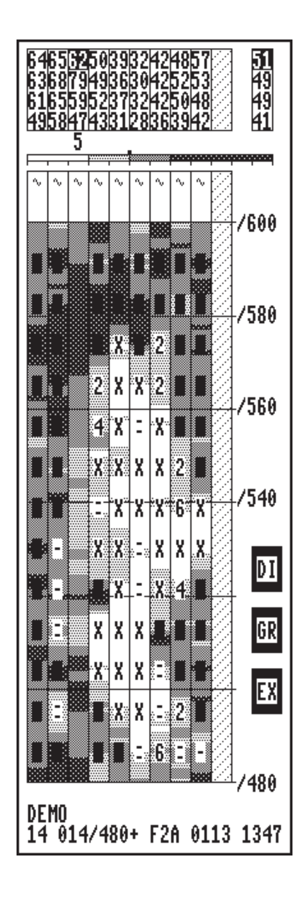
Dans le diagramme, l'axe x représente les valeurs CMV/OMV (de 0 à 120, c'est-à-dire 30 entre deux lignes verticales) et l'axe y représente la longueur mesurée. Lorsque vous comparez les diagrammes de différents passages sur une bande, vous obtenez une idée claire de la façon dont les valeurs CMV/OMV changent d'un passage à l'autre sur une bande. Vous pouvez, par exemple, identifier d'anciens fossés et tranchées qui traversent la zone compactée en comparant au même passage, les diagrammes de différentes bandes.

Ce diagramme peut s'utiliser pour une étude détaillée de chaque bande et pour sélectionner les endroits appropriés à un contrôle de supervision.

Vous sélectionnez une bande particulière et un passage particulier en appuyant sur les deux touches supérieures. Lorsque l'écran est connecté directement à une imprimante, vous pouvez faire une copie papier du diagramme en appuyant simplement sur la touche **IM**. Avec la touche **EX**, vous retournez à l'écran des résultats.

Le programme CdsView pour PC vous permet de faire une analyse détaillée des bandes, des passages et un tas d'autres choses, voir chapitre 11, Logiciel de traitement de données.

Gradient



La fonction gradient aide l'opérateur à compacter efficacement, car cette fonction, en plus de l'échelle en teintes grises, montre en chiffres/caractères les résultats de compactage par rapport à la valeur acceptée (figure 40). Vous en apprendrez plus au chapitre 7.3. Gradient.

En appuyant sur la touche **Di** (diagramme) vous obtenez l'écran du diagramme et lorsque vous appuyez sur la touche **EX**, vous retournez à l'écran du Menu principal. Si vous appuyez sur n'importe quelle autre touche, vous retournez au Menu d'affichage.

Figure 40. Ecran du gradient.

7.1.8. Imprimer

Utilisez le Menu d'impression pour imprimer une ou plusieurs copies papier du rapport des zones enregistrées. Une liste des zones enregistrées sera affichée, voir figure 41. Les zones sont numérotées de 1 à 32. Chaque ligne donne les données qui identifient une zone particulière.

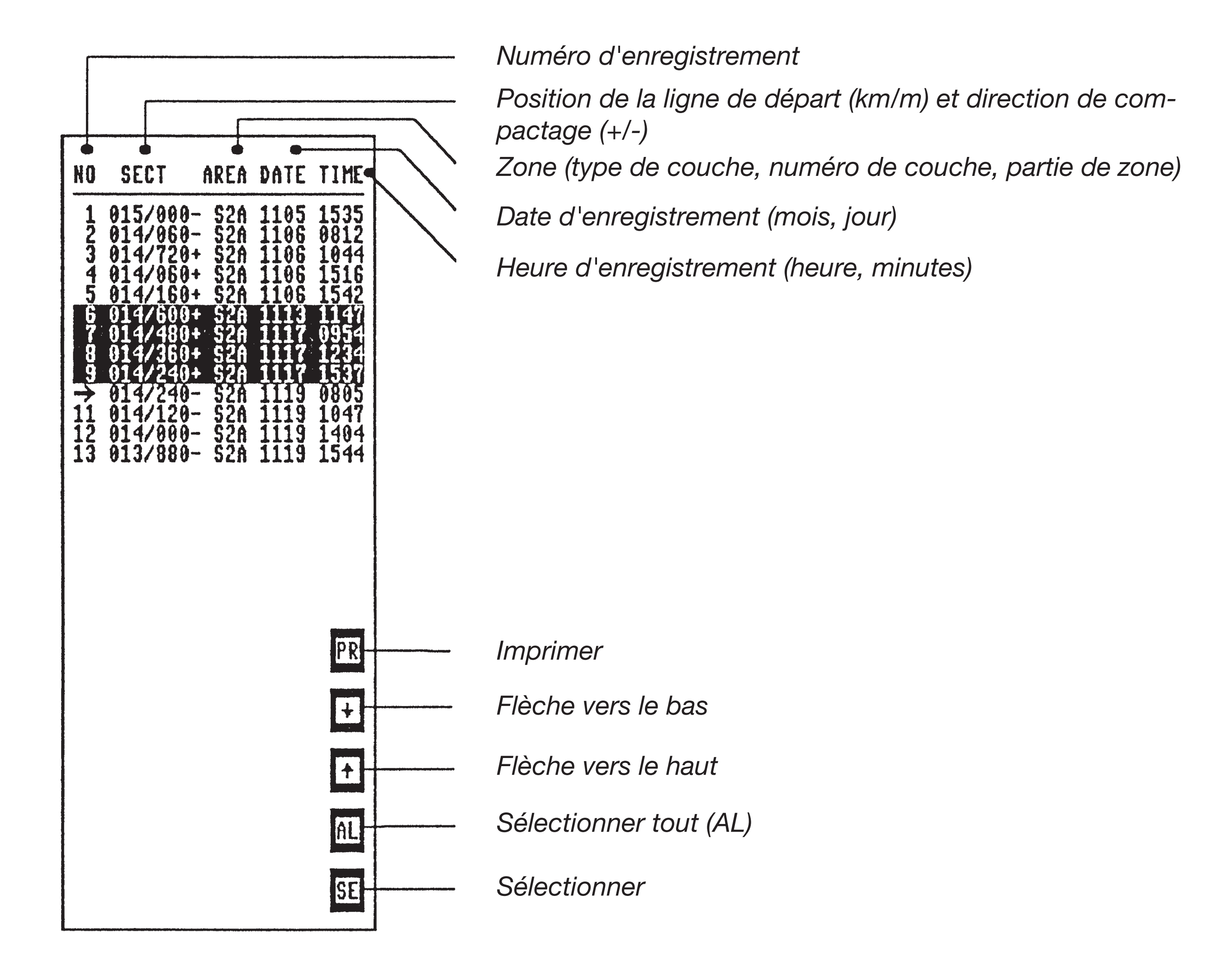


Figure 41. Ecran du Menu d'impression

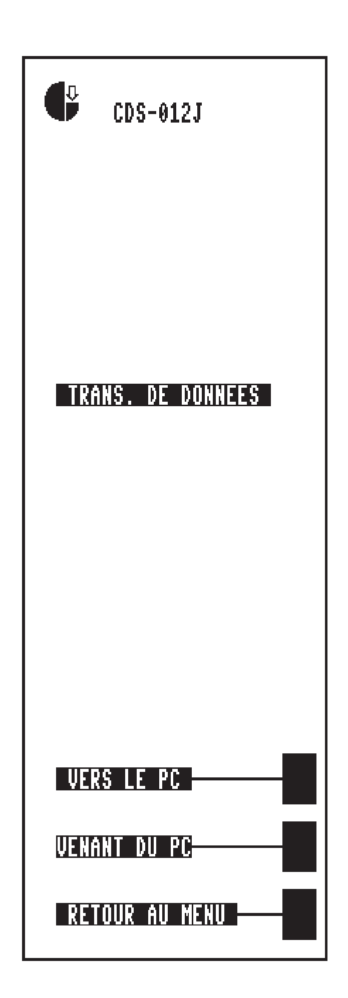
Déplacez le curseur vers le haut ou vers le bas avec les touches à flèche (la flèche dans la première colonne de la liste indique la position du curseur) et sélectionnez les zones à imprimer en appuyant sur la touche **SE**. Les zones sélectionnées sont surlignées. Si vous désirez annuler une sélection, déplacez le curseur à l'aide de la touche à flèche, vers la zone sélectionnée que vous désirez laisser tomber et ensuite appuyez sur la touche **SE**. La zone ne sera plus surlignée, ce qui signifie qu'elle n'est plus parmi les zones sélectionnées.

Appuyez sur la touche **AL** pour sélectionner toutes les zones présentes.

Appuyez sur la touche **IM** pour imprimer les zones sélectionnées.

7.1.9. Transmission de données

La fonction « Transmission de données » s'utilise pour transférer des données de l'unité d'affichage au PC pour un stockage permanent, pour vider la mémoire de l'unité d'affichage et pour retransférer des données sauvegardées antérieurement dans un PC, vers l'unité d'affichage, voir figure 42.



Pour transférer des données de l'unité d'affichage vers un PC, appuyez sur la touche **VERS LE PC** et pour transférer des données d'un PC vers l'unité d'affichage, appuyez sur la touche **VENANT DU PC**. Pour retourner au Menu principal, appuyez sur la touche **RETOUR AU MENU**.

Figure 42. Menu de transmission de données

Transférer des données de l'affichage vers un PC

Il y a deux raisons pour lesquelles on transmet des données de l'unité d'affichage vers un PC : pour sauvegarder en permanence les données et pour vider la mémoire de l'unité d'affichage. La mémoire de l'unité d'affichage peut stocker entre les 30.000 m2 (lorsque la largeur de bande est de 1,5 m et que l'intervalle entre les mesurages est de 0,5 m) et 400.000 m2 (lorsque la largeur de la bande est de 2,0 m et l'intervalle entre les mesurages de 0,5 m) ou maximum 32 zones. De temps en temps il faut transférer les données, à des intervalles réguliers, pour éviter de perdre des données.

La touche VERS LE PC appelle une liste de zones qui sont actuellement stockées dans l'unité d'affichage, voir figure 43.

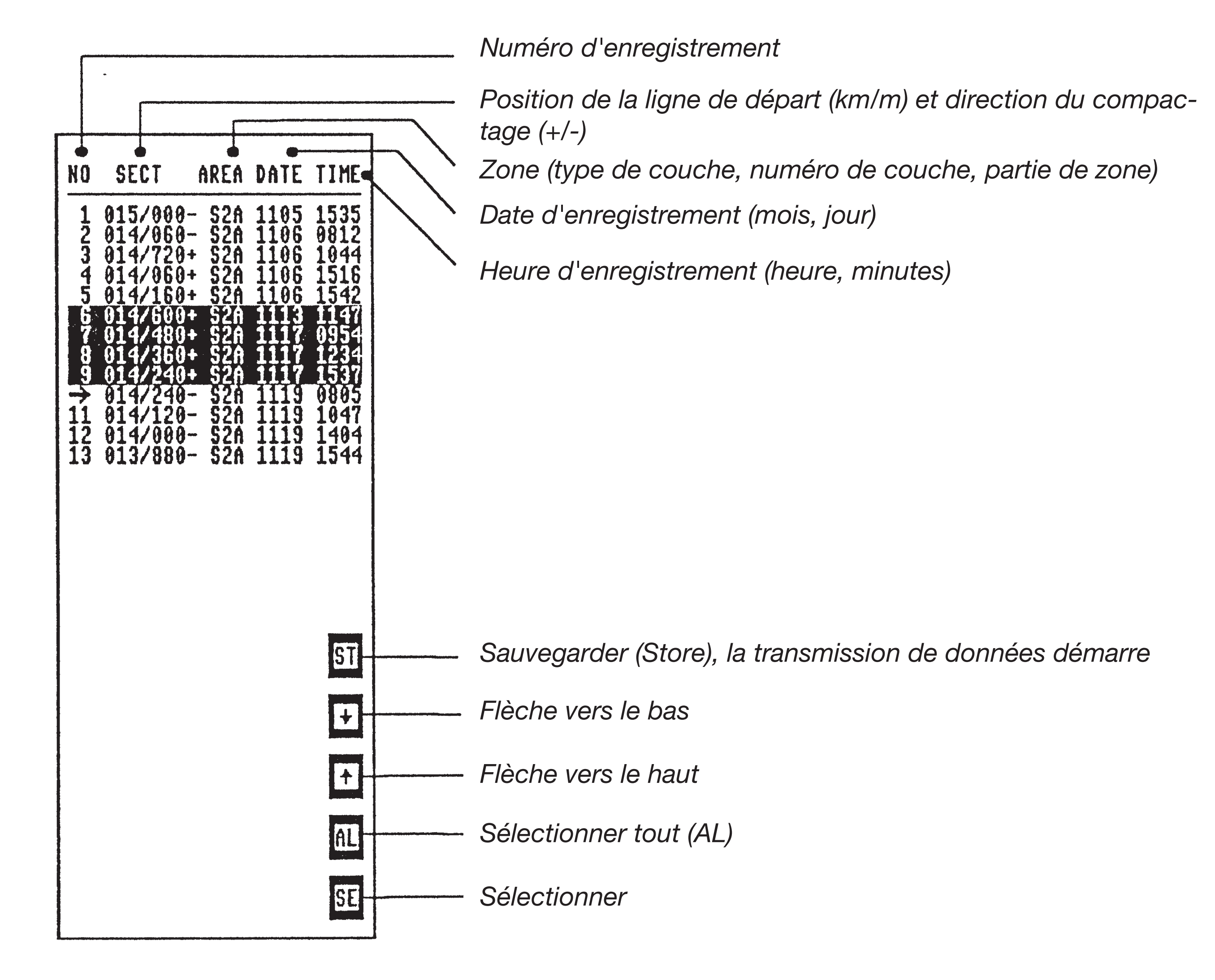


Figure 43. Ecran du Menu vers le PC

Déplacez le curseur vers le haut ou vers le bas avec les touches à flèche (la flèche de la première colonne de la liste indique la position du curseur) et sélectionnez les zones à transférer en appuyant sur la touche **SE**. Les zones sélectionnées sont surlignées. Si vous voulez annuler une sélection, déplacez au moyen de la touche à flèche le curseur vers la zone sélectionnée que vous désirez annuler et appuyez sur la touche **SE**. La zone ne sera plus surlignée pour indiquer qu'elle n'est plus parmi les zones sélectionnées.

Appuyez sur la touche **AL** pour sélectionner toutes les zones présentes.

Normalement vous sélectionnez toutes les zones avec la touche **AL**, et ensuite vous annulez les zones que pour une raison ou l'autre vous ne désirez pas sauvegarder.

Lancez le programme pour PC qui aide le PC à recevoir les données de l'unité d'affichage, et lorsque ce programme est prêt à recevoir des données, appuyez sur la touche **ST** (= store, sauvegarder).

Pendant la transmission de données, l'écran sera comme dans la figure 44a.

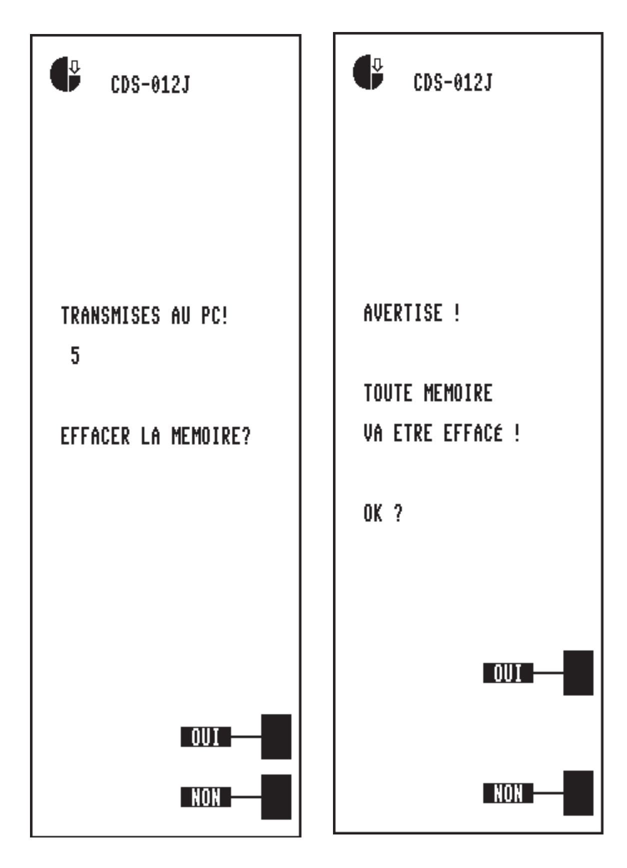


Figure 44a et b. Information à l'écran durant le transfert de données : de l'unité d'affichage au PC

Sous le texte **TRANSMISES AU PC !** se trouve un chiffre. Il s'agit du numéro d'enregistrement de la zone qui est transférée en ce moment. A la fin de la transmission, il vous est demandé : **EFFACER LA MEMOIRE ?** Appuyez sur la touche **NON** pour ne pas effacer la mémoire. Vous retournez alors à l'écran du Menu de transmission de données (figure 42). Si vous appuyez sur la touche **OUI**, un nouvel écran apparaîtra, voir figure 44b.

Si maintenant vous appuyez sur la touche **Oui**, toute la mémoire sera effacée et si vous appuyez sur la touche **Non**, la mémoire ne sera pas effacée. Dans les deux cas, vous retournez à l'écran du Menu de transmission de données (figure 42).

Transférer des données d'un PC vers l'affichage

S'il y a encore des données dans la mémoire de l'affichage, elles seront écrasées par les données du PC. Avant la transmission à partir du PC, un avertissement sera affiché que les données seront écrasées (figure 45a).

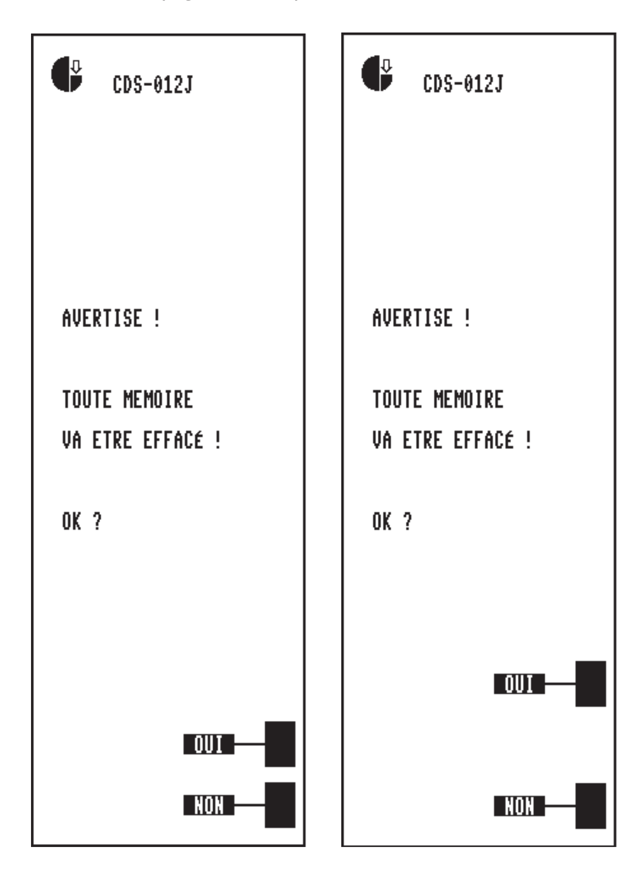


Figure 45a et b. Avertissements avant la transmission de données du PC vers l'affichage

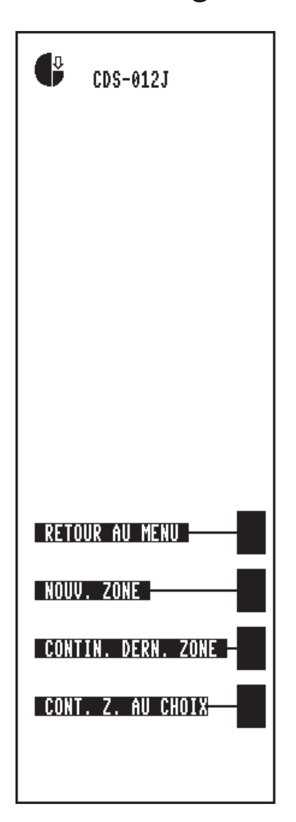
La touche **OUI** fait apparaître un nouvel écran (figure 45b). La touche **NON** fait apparaître le Menu de transmission de données sans écraser la mémoire.

Si vous appuyez sur la touche **OUI** dans le nouvel écran, l'unité d'affichage attendra les données venant du PC et le message de la figure 46 apparaîtra. Vous pouvez maintenant commencer la transmission. D'autre part, si vous appuyez sur la touche **NON**, la mémoire ne sera pas effacée et vous retournerez à l'écran du Menu de transmission de données.



Figure 46. Démarrez la transmission du PC vers le CDS.

7.1.10 Enregistrement

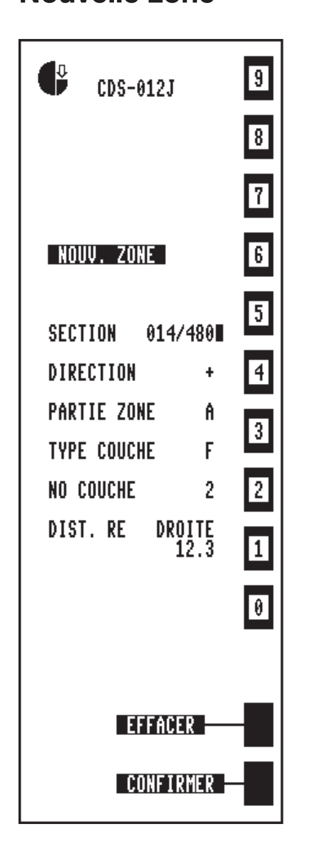


Pour commencer l'enregistrement, appuyez sur la touche **ENREGISTRER** dans le Menu principal et un nouvel écran, l'écran du Menu d'enregistrement, apparaît (figure 47). Au chapitre 6.3. vous trouvez la procédure recommandée pour faire un enregistrement.

Si vous désirez enregistrer une nouvelle zone, appuyez sur la touche **NOUV. ZONE**. Si vous voulez continuer l'enregistrement de la dernière zone, appuyez sur **CONTIN. DERN. ZONE** et si vous désirez continuer l'enregistrement de n'importe quelle autre zone, appuyez sur la touche **CONT. Z. AU CHOIX**. Les deux dernières possibilités ne sont disponibles que s'il y a des données dans la mémoire du CDS. Appuyez sur la touche **RETOUR AU MENU** pour retourner au Menu principal.

Figure 47. Ecran du Menu d'enregistrement

Nouvelle zone



La touche **NOUV. ZONE** appelle l'écran du Menu nouvelle zone, voir figure 48.

Lorsqu'on entre dans ce menu, les données affichées sont identiques à celles enregistrées en dernier lieu, et ces données peuvent maintenant être confirmées ou modifiées.

- **SECTION** : démarre la section (km/m), (dans la figure 48: 014/600).
- **DIRECTION** : la direction du rouleau par rapport à la direction de la longueur croissante

\- + = direction positive, soit en direction de la longueur croissante

\- = direction négative, soit en direction de la longueur décroissante (voir figure 49, dans la figure 48 +)

Figure 48. Ecran du Menu nouvelle zone

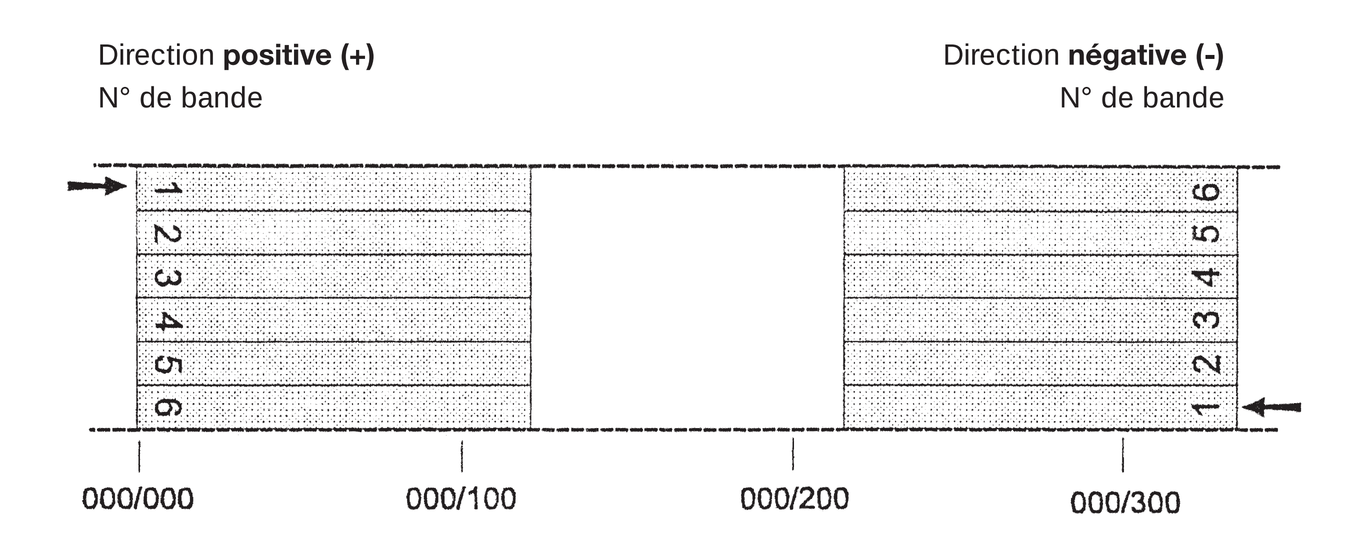


Figure 49. Directions du compacteur : positive (+), négative (-)

- **PARTIE ZONE** : lorsque la zone est très étendue, elle peut être divisée en trois régions parallèles, ou parties de zones A, B et C, chacune d'elle avec 10 bandes et des types de couches, numéros de couches et lignes de départ identiques, voir figure 50 (dans la figure 48, la partie de zone est A).

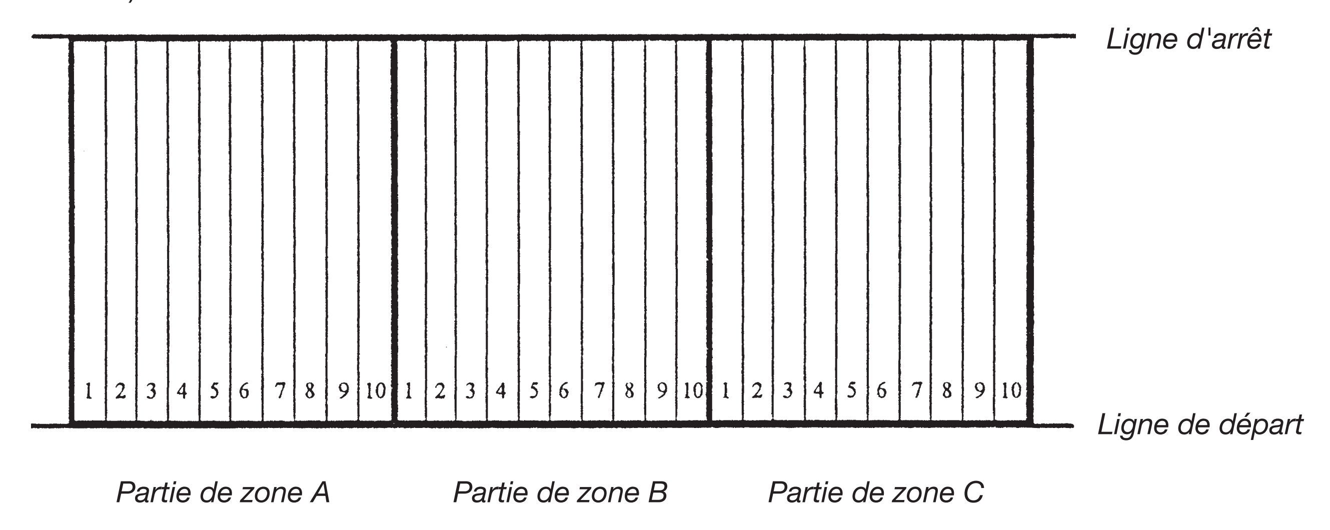


Figure 50. Parties de zone

- **TYPE COUCHE :** B, F, C et S représentent respectivement couche de Base, couche de Fondation, Couche de forme et Sol-fondation. On peut utiliser d'autres symboles si les noms des types standard de couches ont été modifiés dans le Menu des paramètres, voir chapitre 7.1.1.
- **NO COUCHE :** Les couches sont numérotées de 0 à 5 (0 = la couche inférieure) pour faciliter l'enregistrement d'un nombre de couches les unes au-dessus des autres, du même type de couche (dans la figure 48 le numéro de couche est 2). Si vous introduisez un numéro plus élevé que 5, le numéro de couche sera programmé sur 5.
- **DIST. REF.** = distance de référence. Il s'agit de la distance entre la ligne de référence et le bord gauche de l'écran CDS, c'est-à-dire le bord gauche de la bande 1, voir figure 51. Ceci est aussi le cas lorsque la première bande n'est pas enregistrée. Cette distance est mesurée jusqu'à la droite ou la gauche de la ligne de référence, en mètres, et avec une décimale (dans la figure 48, ceci est exprimé comme suit : droite 12,3 m). La distance de référence peut être entre 0 et 6000 m. Si

vous introduisez un nombre supérieur à 6000, la distance sera programmée sur 6000.

Note : l'option **DIST. REF**. n'apparaît que si elle a été sélectionnée dans le Menu des paramètres (chapitre 7.1.1).

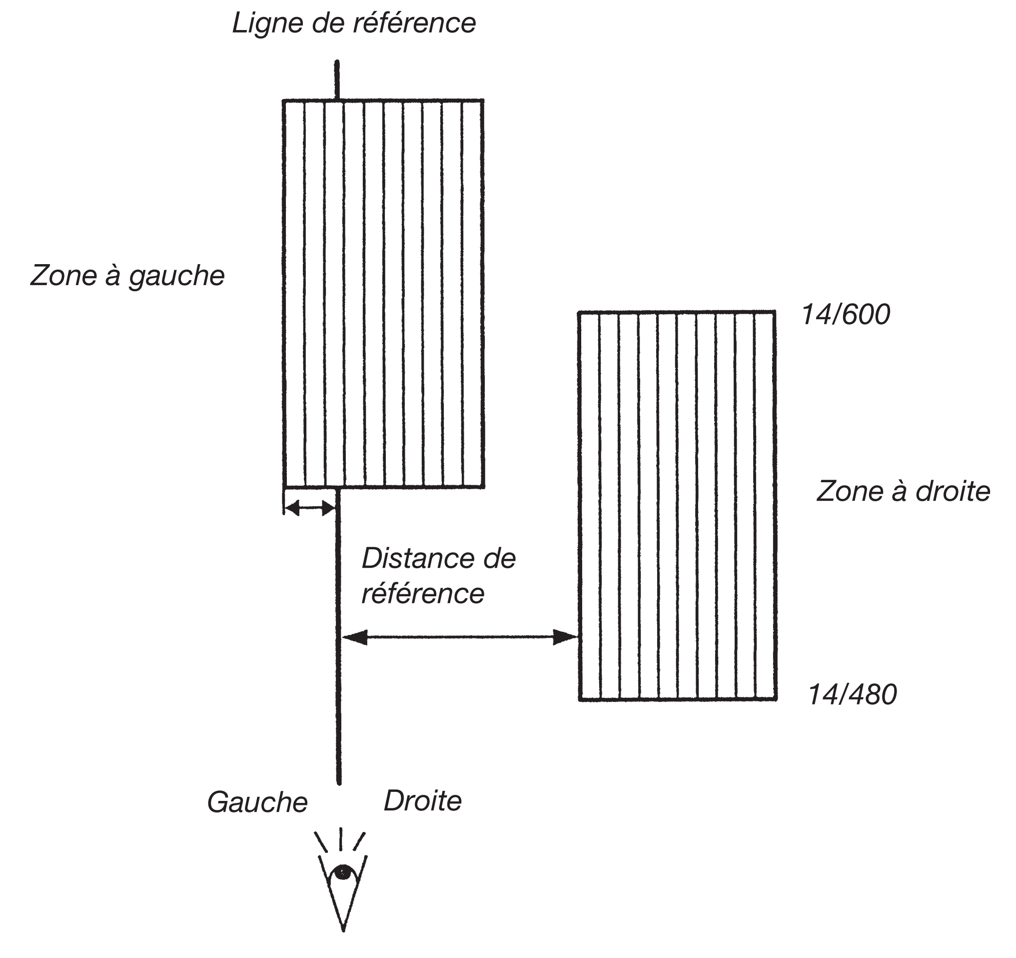


Figure 51. Distance de référence, une zone à gauche et une zone à droite de la ligne de référence

Par gauche et droite on entend le côté de la ligne de référence faisant face à la direction de la distance croissante sur laquelle se trouve le bord gauche de la bande 1, voir figure 51. Notez qu'on présume que toutes les bandes sont parallèles à la ligne de référence.

Modifier les paramètres d'une « nouvelle zone »

Pour modifier la section, le numéro de couche et la distance de référence, appuyez sur la touche **EFFACER** (on peut effacer tout ou partie du texte). Introduisez les nouvelles valeurs au moyen des 10 touches supérieures, et confirmez ensuite en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

La direction, la partie de zone et le type de couche peuvent être modifiés à l'aide de la touche **CHANGER**. Les possibilités disponibles seront affichées. Confirmez une possibilité en appuyant sur la touche **CONFIRMER**.

Lorsque toutes les introductions ont été confirmées, deux nouvelles touches apparaissent, voir figure 52.

Le programme vous demande si les données introduites sont correctes. Appuyez sur la touche **OUI** pour sauvegarder les données introduites, ou appuyez sur **NON** pour apporter des modifications.

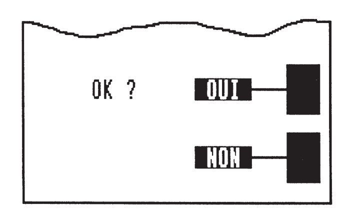


Figure 52. Contrôle des données introduites

Lorsqu'il y a assez de mémoire pour enregistrer une bande complète, l'écran de travail apparaîtra maintenant (figure 53). Dans le cas contraire, vous verrez un avertissement « **MEMORY FULL SAVE -> PC !** ». Dans ce cas les données doivent être transférées vers un PC pour libérer la mémoire, voir chapitre 7.1.9. Transmission de données. Le chapitre 7.2. vous en apprend plus sur l'écran de travail.

Continuer la dernière zone

Lorsqu'on appuie sur **CONTIN. DERN. ZONE**, on appelle l'écran de travail de la dernière zone enregistrée à condition qu'il y ait assez de mémoire. Sinon vous recevez un avertissement : « **MEMOIRE PLEINE SAUVEGARDER -> PC !** ». Dans ce cas il faut transférer des données vers un PC pour libérer la mémoire, voir chapitre 7.1.9. Transmission de données.

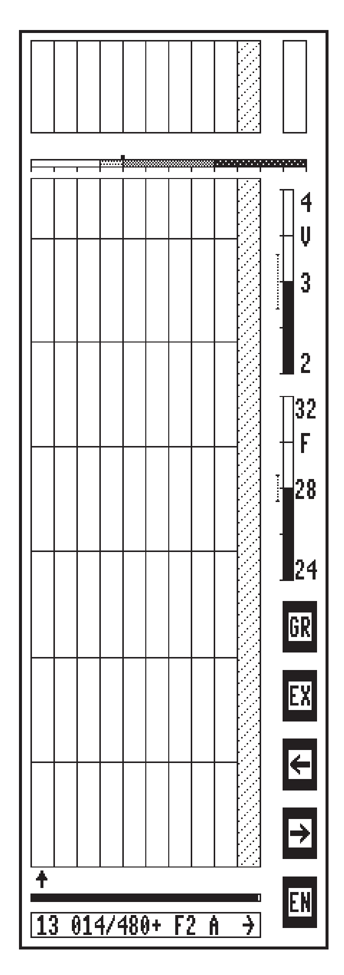


Figure 53. Ecran de travail pour une nouvelle zone

Continuer une zone

Lorsque vous appuyez sur la touche **CONT. Z. AU CHOIX**, une liste des zones enregistrées sera affichée, voir figure 54.

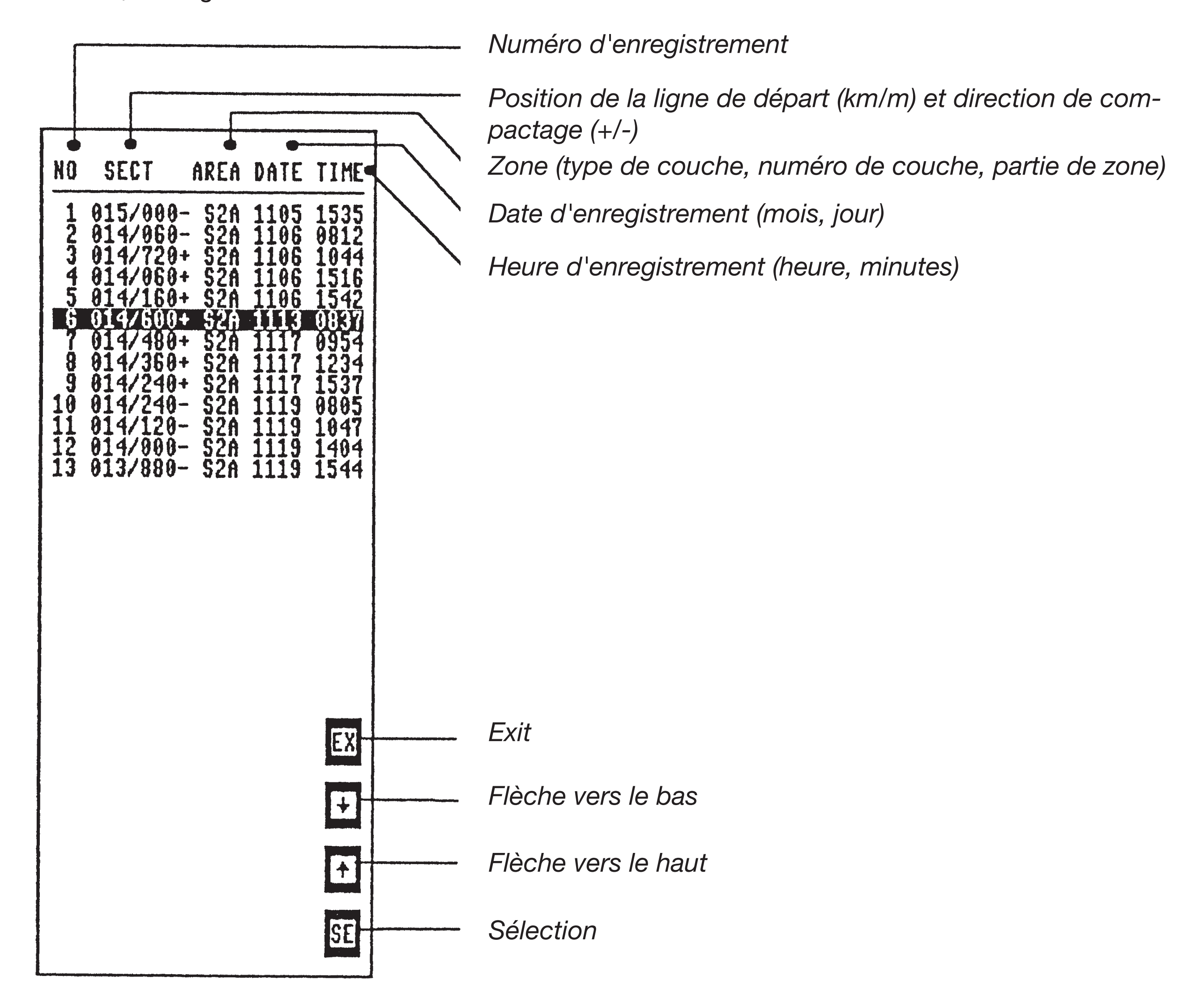
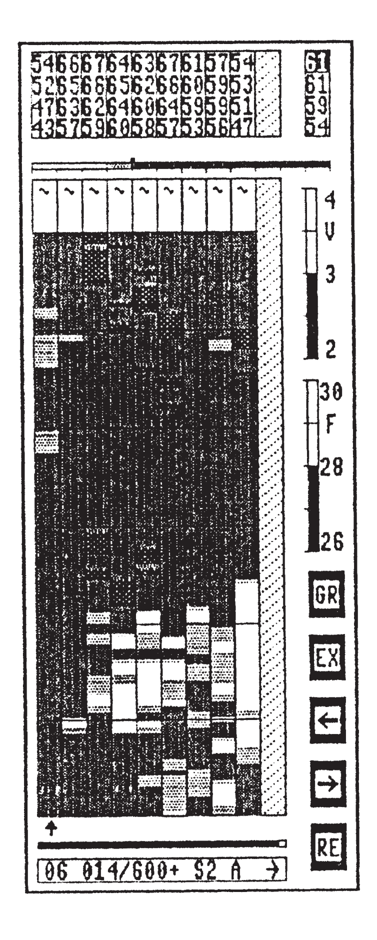


Figure 54. Une liste des zones enregistrées

Déplacez le curseur vers la zone souhaitée au moyen des touches à flèche. Appuyez sur la touche **SE** pour appeler l'écran de travail de la zone sélectionnée s'il y a assez de mémoire. Sinon vous recevez un avertissement « **MEMOIRE PLEINE SAUVEGARDER -> PC !** ». Il faut alors transférer des données vers un PC pour libérer la mémoire, voir chapitre 7.1.9. Transmission de données. Lorsque vous appuyez sur la touche **EX**, vous retournez à l'écran du Menu d'enregistrement.

7.2. ECRAN DE TRAVAIL



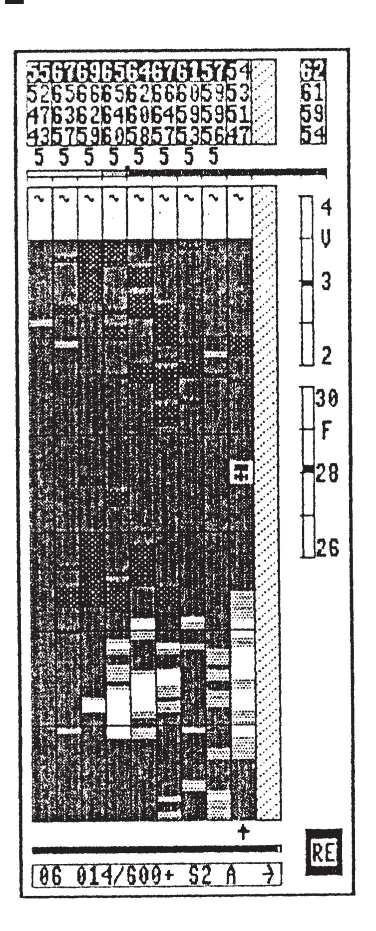


Figure 55. Ecrans de travail avant et après l'enregistrement

La figure 55 montre un écran de travail avant l'enregistrement (à gauche) et un écran de travail pendant l'enregistrement (à droite). Pendant l'enregistrement la touche **EN** clignote et le symbole du compacteur se déplace le long de la bande qui s'enregistre.

1. Valeurs moyennes de mesure de compactage

   Les valeurs moyennes de mesure de compactage (CMV ou OMV) pour le dernier et les trois premiers passages sur chaque bande sont affichées en haut de l'écran de travail, voir figure 56.

   Les valeurs moyennes pour les passages de un à quatre sont affichées en texte foncé sur un fond clair. Lorsqu'il y a plus de quatre passages d'enregistrés pour une bande, la valeur moyenne CMV du dernier passage est affichée sur la première ligne en texte clair sur un fond foncé, et le nombre de passages réalisés sur la bande est affiché sous le champ de la valeur moyenne.

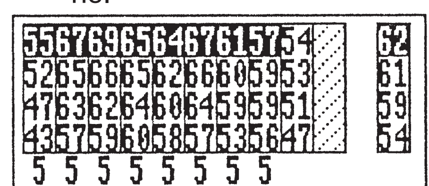


Figure 56. Valeurs moyennes de mesure de compactage

Les valeurs moyennes de mesure de compactage pour toute la zone compactée sont affichées à gauche pour chaque passage 1, 2, 3 et pour le dernier passage.

2. Echelle en teintes grises

Il s'agit de l'échelle à graduations noires et blanches des valeurs CMV, affichée au-dessus du champ du graphique à l'écran de travail, voir figure 57.

Cette échelle a 12 graduations de 0 à 120 CMV, soit 10 unités entre les marques. La marque noire en haut de l'échelle marque le niveau CMV acceptable (valeur acceptée).



Figure 57. Echelle en teintes grises

Lorsque les limites et le niveau acceptés ont été programmés correctement, comme recommandé au chapitre 7.1.6. Limites, l'échelle est graduée conformément à ce qui suit :

- Blanc : zone molle - compactage insuffisant (CMV/OMV entre 0 et la limite 1)
- Gris clair : compactage acceptable (valeurs entre la limite 1 et la limite 2)
- Gris foncé : compactage acceptable (valeurs entre la limite 2 et la limite 3)
- Noir : compactage excessif (les valeurs excèdent la limite 3)

3. Champ du graphique

La plus grande partie de l'écran de travail est occupée par le champ du graphique. Celui-ci donne l'état de compactage actuel, c'est-à-dire les derniers résultats de compactage dans chaque bande d'une zone. La position du compacteur est indiquée par le symbole du compacteur .

4. Bloc d'informations

Le bloc d'informations, figure 58, se trouve au bas de l'écran.



Figure 58. Bloc d'informations

Ce bloc affiche, de gauche à droite :

- Le numéro d'enregistrement de la zone (le même qu'à l'écran du Menu d'affichage)
- La section de départ (km/m) où est positionnée la ligne de départ (correspondant au bord inférieur du champ du graphique)
- La direction du compacteur par rapport à la direction de la longueur croissante (+ = dans la direction de la longueur croissante, - = dans la direction opposée)
- Le type de couche (B = couche de Base, C = couche de forme, G = subGrade - ?, ou d'autres types à votre choix, voir Menu des paramètres).
- Le numéro de couche (0-5)
- La partie de zone (A-C)
- Le changement de bande (–> de gauche à droite, <– de droite à gauche)

5. Indicateur de mémoire

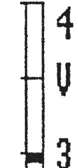
L'indicateur de mémoire se trouve au-dessus du bloc d'informations et indique la quantité de mémoire déjà utilisée, voir figure 59.

Figure 59. Indicateur de mémoire

La partie remplie donne la quantité de mémoire utilisée (0 à 100%). Dans la figure 59, la mémoire est presque pleine. Le chapitre 7.1.9. Transmission de données explique comment vider la mémoire du CDS.

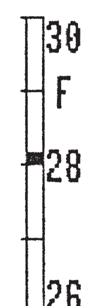
La mémoire du CDS peut stocker une quantité de données équivalente à une surface allant de 30.000 m2 (lorsque la largeur de bande est de 1,5 m et les intervalles de mesurage sont de 0,5 m) à 400.000 m2 (largeur de bande = 2,0 m et intervalle de mesurage 5,0 m), ou maximum 32 zones différentes.

6. Indicateurs de vitesse et de fréquence



A la droite du champ du graphique se trouvent deux indicateurs. Le premier, marqué d'un « V » est l'indicateur de vitesse et l'autre, marqué d'un « F » est l'indicateur de fréquence.

Cet indicateur montre l'écart de vitesse par rapport à la valeur spécifiée. Dans ce cas, la valeur spécifiée est de 3 km/h (la valeur introduite dans le <u>Menu des données du compacteur</u>).
La partie noire dans l'échelle indique le degré d'écart. Lorsque la vitesse du compacteur est exactement la même que la vitesse spécifiée, la colonne noire sera très mince et se trouvera au milieu de l'échelle, autour de la valeur spécifiée (3 km/h dans la figure).



Cet indicateur montre l'écart de fréquence par rapport à la valeur spécifiée. Dans l'exemple, la valeur spécifiée est de 28 Hz (la valeur introduite dans le <u>Menu des données du compacteur</u>). La partie noire dans l'échelle indique le degré d'écart. Lorsque la fréquence du compacteur est exactement la même que la fréquence spécifiée, la colonne noire sera très mince et se trouvera au milieu de l'échelle, autour de la valeur spécifiée (28 Hz dans la figure).

7. Touches

GR = fonction du gradient (voir chapitre 7.3)

EX = exit (retour au <u>Menu principal</u>)

<– = changement de bande vers la gauche
–> = changement de bande vers la droite
EN = enregistrer
SS = start/stop

Indication d'écarts interdits

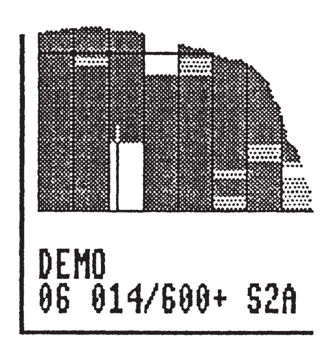
Les écarts interdits (fréquence, double saut[3], vitesse) et l'amplitude interdite ne sont indiqués que lorsque « **MONTRER F-D-V-A** » a été sélectionné dans le Menu des paramètres.

Plus haut dans chaque bande, le symbole (~) indique que le dernier passage sur la bande s'est fait à basse amplitude et le symbole (∿) indique une haute amplitude. Ces symboles ne sont affichés que si le sélecteur d'amplitude du compacteur est connecté au compactomètre. Lorsqu'il n'y a pas de connexion entre le sélecteur d'amplitude et le compactomètre, le symbole pour une amplitude élevée (∿) sera toujours affiché, même si l'amplitude est basse.

En général le dernier passage d'archivage doit être fait à basse amplitude. Si dans ce cas le sélecteur d'amplitude est connecté au compactomètre et que le symbole de haute amplitude (∿) est affiché, ce passage ne sera pas accepté en tant que passage final d'archivage.

Lorsque « **MONTRER F-D-V-A** » a été sélectionné dans le Menu des paramètres, les écarts de fréquence, de vitesse ou de double saut sont recueillis pour chaque intervalle de mesurage, et les valeurs sont ensuite regroupées par cinq. Lorsque dans un groupe il y a une valeur qui excède les limites acceptées, tout le groupe sera marqué d'une ligne verticale dans la bande. Suivant le fond, cette ligne sera noire ou blanche.

- Une ligne à gauche : écart de fréquence par rapport à la valeur spécifiée non accepté, voir figure 60.



Dans la figure 60, la vibration du compacteur a été activée trop tard, ce qui fait que la fréquence n'est pas parvenue au niveau correct avant la ligne de départ. Le programme indique que la fréquence était en dehors des limites acceptées. Tant que la fréquence est instable, on ne peut obtenir des valeurs CMV de mesure de compactage et cela se voit clairement dans la figure 60.

Figure 60. Ecart de fréquence non accepté

- Une ligne au milieu : double saut élevé, voir figure 61.
- Une ligne à droite : la vitesse est en dehors des limites acceptées, voir figure 61.

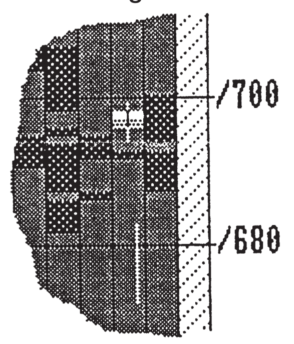
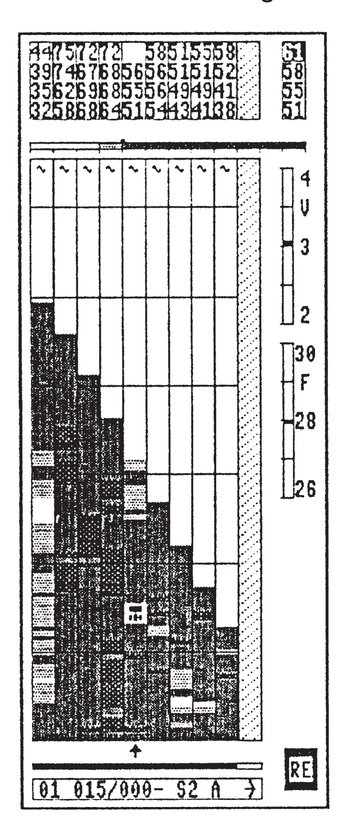


Figure 61. Double saut élevé et vitesse en dehors des limites acceptées.

1) Le double saut ne peut être mesuré et affiché que lorsque le CDS est connecté à un compactomètre du type ALFA-020R.

Zones irrégulières

En cas de zone irrégulière, l'écran de travail peut se présenter comme à la figure 62.



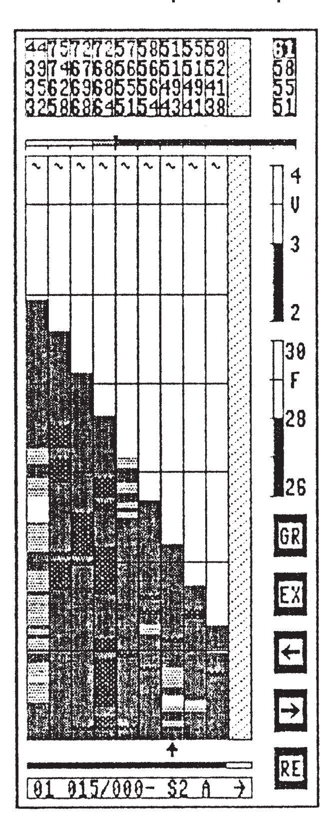


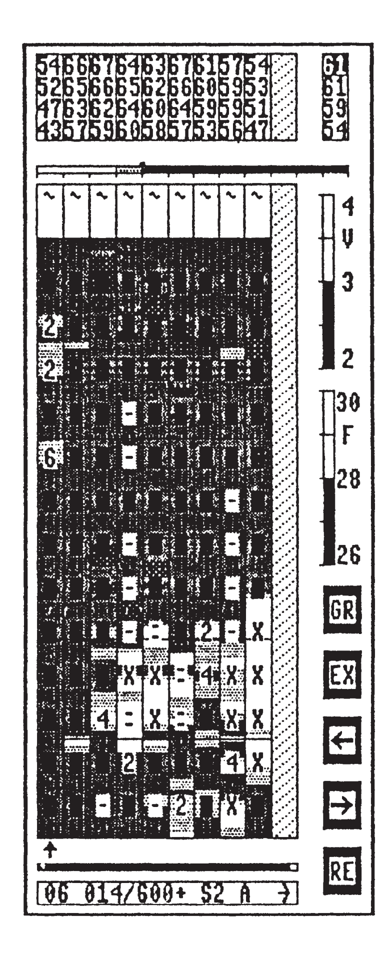
Figure 62. L'écran de travail d'une zone irrégulière pendant (à gauche) et après (à droite) l'enregistrement.

L'illustration à gauche montre l'écran de travail pendant l'enregistrement, quand la touche **EN** clignote et que le symbole du compacteur se déplace le long de la bande. L'illustration à droite montre l'écran de travail avant le début de l'enregistrement.

Pour enregistrer des zones irrégulières, il faut sélectionner le programme 1 (dans le Menu du chantier) et laisser tomber la possibilité d'arrêt automatique (dans le Menu des paramètres). La longueur de bande sera alors choisie pour chaque bande à part, en terminant manuellement l'enregistrement à l'aide de la touche **EN** ou du bouton Start/Stop.

7.3. GRADIENT

La fonction du gradient aide à obtenir un compactage efficace. La fonction du gradient ne peut être appliquée qu'après au moins quatre passages sur une bande. En plus de la teinte grise, le graphique contiendra maintenant des chiffres et des caractères pour indiquer où les valeurs acceptées ont été obtenues, où et comment il faut beaucoup plus de passages pour obtenir des valeurs acceptables ainsi que les endroits où cela n'a aucun sens, ou où il est même déconseillé de compacter davantage. Cette information est disponible pour chaque zone avec au moins 8 intervalles de mesurage, voir figure 63.



Les numéros 2, 4 et 6 donnent le nombre de passages supplémentaires exigés et le X signifie que 8 ou plus de passages sont nécessaires, ce qui signifie en pratique que la région marquée d'un X ne peut pas être compactée avec le compacteur actuel. Les zones ayant des valeurs de compactage au-dessus du niveau accepté, soit les résultats de compactage approuvés, sont marquées de rectangles noirs.

Les régions où les valeurs CMV diminuent lorsque le nombre de passages augmente, sont marquées d'un ou de deux signes de soustraction. Un « moins » signifie que les valeurs CMV/OMV diminuent à chaque nouveau passage et si en plus la dernière valeur est plus basse que le niveau accepté, la région sera marquée de deux « moins ».

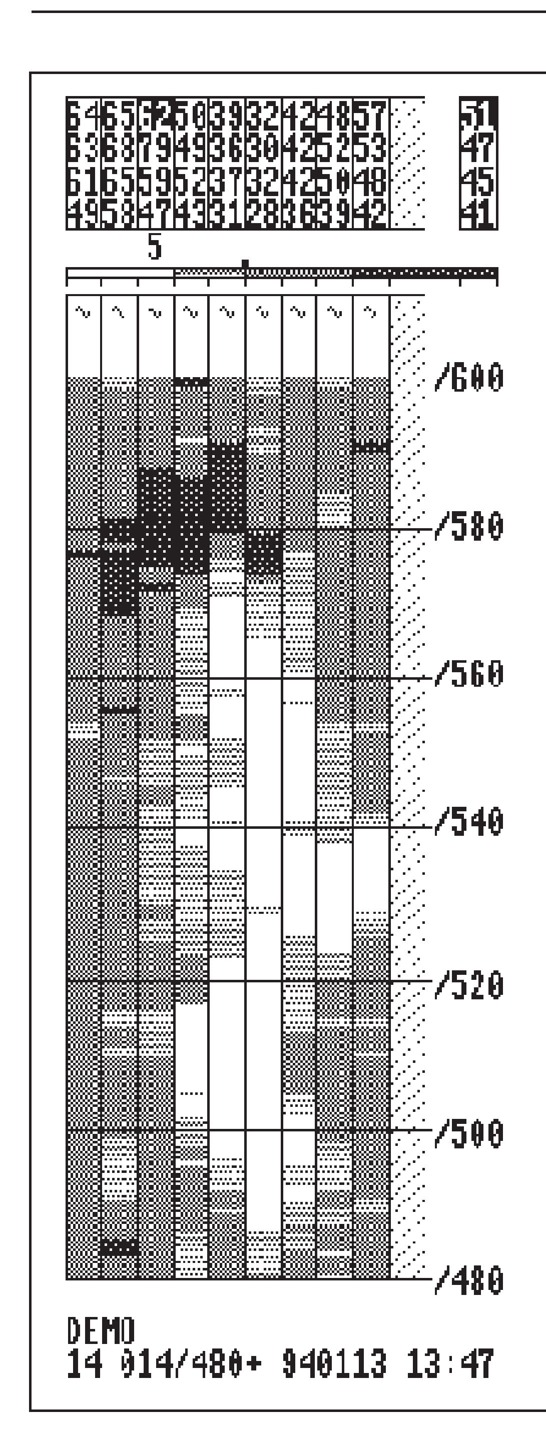
Le diagramme du gradient est basé sur les valeurs de pré-compactage (lorsque disponibles) et sur les valeurs du premier au quatrième passage uniquement (même s'il a été enregistré plus de quatre passages).

Figure 63. Ecran du gradient

8. RAPPORT CCC

Les résultats de compactage d'une zone enregistrée peuvent être résumés et imprimés sur une seule page, prête à être classée. La copie imprimée donne une représentation graphique des résultats de compactage et les données importantes pour un archivage complète de la zone compactée. Ce document, appelé le rapport CCC est reproduit à la figure 64.

CDS-012J — **GEODYNAMIK AB**
Compaction Documentation System — **98-03-11 08:16**



CHANTIER : DEMO

DONNEES ROULEAU
Modèle : TEST
Poids : 8000 kg
Largeur : 210/200 cm
Amplitude : 0.8/1.6 mm

VALEURS DE CALIBRAGE
Couche : 2 A C. DE FONDATION
f: 28 Hz v: 3.0 km/h A: basse

MARQUAGE DE BANDES pour
écart f > 2% (27.4-28.6)
decouplage > 10%
écart v > 10% (2.7- 3.3)

RESULTATS - DERNIER PASSAGE
Long. de bande maxi.: 120.0 m
Zone compactée : 2159 m²
Une valeur de mesure: 2.2 m²

VALEURS DU COMPACTOMETRE

Nombre	Moyen	SD	CV
990	51.1	19.9	39%

< 50: 888 m² (41%)

Limite	30	50	80
Zone	412	888	2024 m²
	19	41	94 %

FREQUENCE/VITESSE

	Mini	Moyen	Maxi
f	27.1	28.0	28.5 Hz
v	2.7	3.0	3.2 km/h

DIST. REF.: 12.3 m droite

EVALUATION:

Figure 64. Rapport CCC

1. Nom
   Le premier champ en haut de la page contient le nom de la société et la date, voir figure 65.

```
CDS-012J                                          GEODYNAMIK AB
Compaction Documentation System                98-03-11  08:16
```

Figure 65. Nom de la société et date

2. Valeurs moyennes de mesure de compactage

   Les valeurs moyennes de mesure de compactage (CMV ou OMV) des bandes sont affichées dans le deuxième champ, voir figure 66.

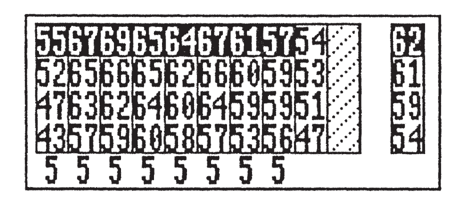


Figure 66. Valeurs moyennes de mesure de compactage

   Les valeurs moyennes des quatre premiers passages sont affichées en texte foncé sur un fond clair. Lorsque plus de quatre passages ont été enregistrés sur une bande, la valeur CMV moyenne du dernier passage est affichée à la première ligne en texte clair sur fond foncé et le nombre de passages réalisés sur la bande est affiché en dessous des valeurs moyennes.

   Les valeurs moyennes de mesure de compactage de toute la zone compactée sont affichées à gauche de chacun des passages 1, 2, 3 et du passage final.

3. Echelle en teintes grises
   Il s'agit de l'échelle à graduation graphique en noir et blanc qui montre les limites utilisées dans la représentation graphique, voir figure 67.



Figure 67. Echelle en teintes grises

   Cette échelle est graduée de 0 à 120, avec 10 unités entre les marques de graduation. La marque noire en haut de l'échelle indique le niveau accepté.

4. Représentation graphique

   L'état de compactage actuel d'une zone, c'est-à-dire les derniers résultats de compactage de chaque bande, est représenté sous forme de graphique noir et blanc. Lorsque « **MONTRER F-D-V-A** » a été sélectionné dans le Menu des paramètres, les régions où la fréquence, la vitesse et le double saut étaient plus élevés ou plus bas que les limites acceptées, sont marquées par des lignes verticales. Ces lignes peuvent être noires ou blanches suivant la couleur du fond.

   - Une ligne à gauche représente un écart de fréquence non accepté
   - Une ligne au milieu représente un double saut non accepté
   - Une ligne à droite représente un écart de vitesse non accepté.

5. Bloc d'informations

Le bloc d'informations contient les données pour l'identification de la zone affichée, voir figure 68.

06 014/600+ S2 A →

Figure 68. Bloc d'informations

Première ligne :

- Nom du projet

Deuxième ligne, de gauche à droite :

- Le numéro d'enregistrement de la zone (le même que celui à l'écran du Menu de l'affichage) ;
- La section de départ (km/m) où la ligne de départ est positionnée (correspondant au bord inférieur du champ du graphique) ;
- La direction du compacteur par rapport à la direction de la longueur croissante (+ = dans la direction de la longueur croissante, - = dans la direction opposée) ;
- Date de compactage ;
- Heure de compactage.

6. Les données importantes sont affichées à droite du champ du graphique :

CHANTIER : le nom du projet qui a été introduit dans le Menu du chantier.

DONNÉES DU COMPACTEUR : les spécifications du compacteur qui ont été introduites dans le Menu des données du compacteur et dans le Menu du chantier.

- Modèle : désignation du compacteur ;
- Poids : le poids total du compacteur ;
- Largeur : respectivement la largeur du rouleau et la largeur de la bande ;
- Amplitude : respectivement la basse et la haute amplitude.

VALEURS DE CALIBRAGE : les données affichées ici sont les données introduites dans les Menus du chantier et de données du compacteur.

- Couche : respectivement le numéro d'enregistrement de la couche, la partie de zone, et le type de couche ;
- f : la fréquence de vibration spécifiée ;
- v : la vitesse spécifiée du compacteur ;
- A : l'amplitude de vibration spécifiée (élevée/basse).

Lorsque « **MONTRER F-D-V-A** » a été sélectionné dans le Menu des paramètres, les écarts de fréquence, de vitesse et de double saut sont recueillis à chaque intervalle de mesurage, et ces valeurs sont regroupées par cinq. Si une valeur d'un groupe se trouve en dehors des limites acceptées, tout le groupe sera marqué d'une ligne verticale. Suivant le fond, cette ligne sera noire ou blanche.

MARQUAGES DE BANDE : cette information n'est affichée que si « **MONTRER F-D-V-A** » a été sélectionné dans le Menu des paramètres. La fréquence, la vitesse et le double saut sont

enregistrés à chaque intervalle de mesurage, et les valeurs sont regroupées par cinq. Si dans un groupe il y a une valeur qui se trouve en dehors des limites acceptées, toute la section représentée par le groupe sera marquée d'une ligne verticale. Ces lignes sont blanches ou noires suivant la couleur du fond.

Les valeurs qui apparaissent ici sont les valeurs qui ont été introduites dans les Menus des paramètres et de données du compacteur.

- L'écart f : l'écart accepté exprimé en pourcentage de la fréquence spécifiée et les limites à l'intérieur desquelles la fréquence est acceptée à varier (les régions compactées à des fréquences en dehors de ces limites seront marquées) ;
- Découplage (double saut) : la limite au-delà de laquelle le double saut n'est pas accepté ;
- L'écart v : l'écart accepté exprimé en pourcentage de la vitesse spécifiée et les limites à l'intérieur desquelles la vitesse peut varier (toute région compactée à une vitesse en dehors de ces limites sera marquée).

RÉSULTATS -DERNIER PASSAGE : un résumé des résultats de compactage pour toute la zone. Ici ne sont donnés que les résultats du dernier passage pour chaque bande.

- Longueur de bande maximale : la plus grande longueur compactée dans une bande au cours du dernier passage ;
- Zone compactée : le nombre total de mètres carrés compactés au dernier passage ;
- Une valeur de mesure : l'intervalle de mesurage, c'est-à-dire le nombre de mètres carrés par lecture.

VALEURS DU COMPACTOMETRE :

- Nombre : le nombre de valeurs de mesure de compactage ;
- Moyen : la valeur moyenne de mesure de compactage pour toute la zone compactée ;
- SD (standard deviation) : écart standard ;
- CV (coefficient of variation) : coefficient de variation (CV = SD/Moyen) ;
- < niveau accepté : dimension totale de la zone avec des valeurs CMV plus basses que le niveau accepté, exprimée en mètres carrés et en pourcentage de l'ensemble de la zone compactée ;
- Limite : limite 1, 2 et 3 ;
- Zone : dimension totale de la zone avec des valeurs CMV plus basses que les limites 1, 2 et 3, exprimée en mètres carrés et en pourcentage de l'ensemble de la zone compactée.

FREQUENCE/VITESSE

- f : la fréquence la plus basse, moyenne et la plus haute mesurée au dernier passage.
- v : la vitesse la plus basse, moyenne et la plus haute mesurée au dernier passage.

DIST. REF. = distance de référence. Distance perpendiculaire de la ligne de référence à la zone compactée. Cette valeur n'est imprimée que lorsqu'on a programmé de montrer la distance de référence dans le Menu des paramètres.

EVALUATION : ici il y a la place pour certains commentaires officiels tels que l'approbation ou non des résultats, un compactage supplémentaire, un changement de matériel etc.

9. LOCALISATION DES DEFAUTS

9.1. FONCTIONNEMENT

Pour localiser les défauts dans un instrument ou dans le système, il est important de connaître le fonctionnement des différentes parties du système/des instruments et leurs signaux d'entrée et de sortie. Nous commençons donc ce chapitre par un regard sur les fonctions des différentes parties du système CDS. La figure 69 montre la destination des broches, les connexions et les éléments du système CDS adapté à un compactomètre (type : ALFA-020).

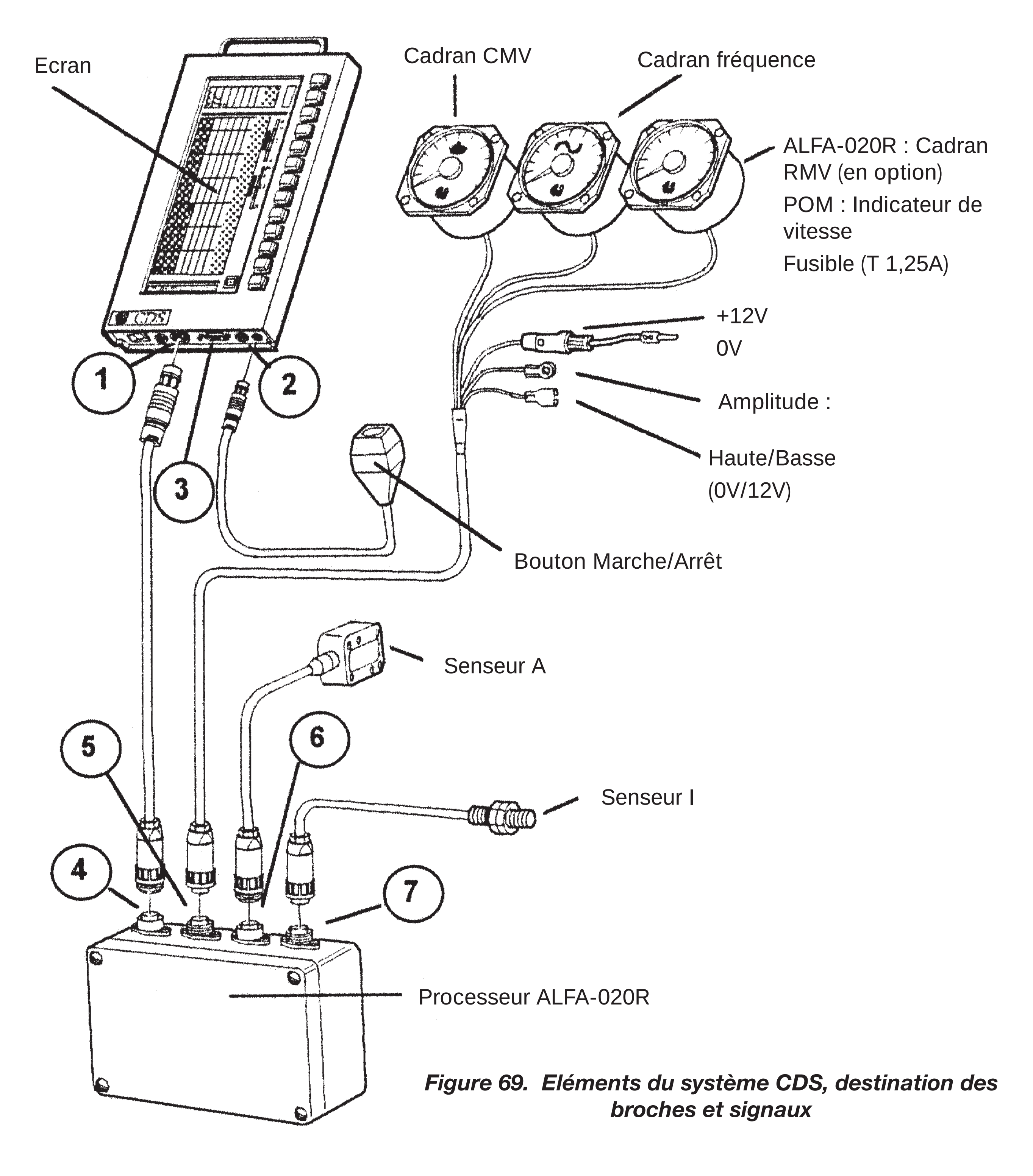


Figure 69. Eléments du système CDS, destination des broches et signaux

(1) Contact principal du CDS

Broche	Désignation	Commentaire
1	CMV/OMV	CD 4V = 120 CMV/OMV
2	+ 12 V	CD 11-15 V
3	Senseur I	*min 4,8* *max 0,8 V*
4	Haut/Bas	Haut <0,8 V Bas >4,5 V
5	Fréquence	CD 4V = 60 Hz
6	RMV	CD 2,5V = 25 RMV
7	RxD	RS232 Réception
8	CTS	RS232 Prêt pour émettre
9	TxD	RS232 Transmission
10	Terre	0V
11	RTS	RS232 demande d'émission

(2a) Contact Fischer Marche/Arrêt et convertisseur CA/CD

Broche	Désignation	Commentaire
1	+ 12 V	CD + 11-15 V
2	Marche/Arrêt	Mis à la terre
3	Terre	0V

(2b) Contact standard Marche/Arrêt et convertisseur CA/CD

	Désignation	Commentaire
Broche	Mise à la terre	0V
Douille	+ 12 V	11-15 V
	Marche/Arrêt	Mise à la terre

(3) Contact sériel DSUB à 9 broches

Broche	Désignation	Commentaire
2	TXD	Emetteur
3	RXD	Réception
5	Terre	0V

(4) Contact CDS

Broche	Désignation	Commentaire
1	CMV	CD 4V = 120 CMV
2	+ 12 V	CD 11-15 V
3	Senseur I	*alimentation* *max 0,8 V*
4	Haut/Bas	Haut < 0,8V Bas > 4,5V
5	Fréquence	CD 4V = 60 Hz
6	RMV	CD 2,5V = 25 RMV
⏚	Terre	0V

(5) Contact courant/instrument

Broche	Désignation	Commentaire
1	+12V	11-15 V
2	RMV	CD 2,5V = 25 RMV
3	Fréquence	CD 4V = 60Hz
4	CMV	CD 4V = 120 CMV
5	Haut/Bas	Haut < 0,8 Bas > 4,5V
6	Senseur I	*Alimentation* *Max. 0,8V*
⏚	Terre	0V

(6) Contact senseur A

Broche	Désignation	Commentaire
1	+ 12V	CD 10-15V
2	Protection	0V
3	Signal A	*CA 100 mV/g* *CD 5-6V*
⏚	Terre	0V

(7) Contact senseur I

Broche	Désignation	Commentaire
1	+ 12V	CD 10-15V
2	Protection	0V
3	Signal I	*Volt. alimentation* *max 0,8V*
⏚	Terre	0V

Processeur, ALFA-020

A l'intérieur du processeur du Compactometer ALFA-020 se trouve un processeur qui traite le signal du senseur A. Il calcule la CMV (Compaction-Meter-Value, valeur du compactomètre) et la fréquence, transforme ces valeurs en signaux électriques et envoie ces signaux aux mètres respectifs et au CDS (si disponible). L'unité de traitement fournit aussi le courant, le signal de haute et basse amplitude et le signal du senseur I au CDS. C'est pourquoi il sert aussi de « boîte de jonction » pour le CDS.

Processeur, POM-060

Le processeur de l'Oscillometer, POM-060, contient un microprocesseur qui analyse le signal du senseur A et qui calcule la fréquence et l'OMV (Oscillo-Meter-Value, valeur de l'oscillomètre). Le senseur I envoie un signal au processeur qui utilise ce signal pour déterminer la vitesse du compacteur. L'OMV, les signaux de fréquence et de vitesse sont envoyés aux mètres respectifs ainsi qu'au CDS. L'unité fournit le courant et les impulsions du senseur I vers le CDS. Une impulsion correspond à un demi-mètre. Ceci signifie que si le CDS est connecté à un compactomètre du type POM-060, le nombre d'impulsions doit toujours être programmé sur 2 impulsions/m dans le Menu des données du compacteur.

Tout comme le Compactomètre, l'oscillomètre est directement connecté au système CDS. Notez cependant que la destination de la broche et le niveau du signal pour les connecteurs 3 et 4 diffèrent de ceux du Compactometer ALFA-020, voir figure 70.

③ Connecteur CDS

Broche	Désignation	Commentaire
1	CMV	CD 4V = 120 OMV
2	+ 12 V	CD 11-15 V
3	Impulsion v	+5 V max 0,8 V
4	-	
5	Fréquence	CD 4V = 60 Hz
6	-	
⏚	Terre	0V

4 Connecteur courant/instrument

Broche	Désignation	Commentaire
1	+12V	CD 11-15 V
2	Vitesse	CD 4V = 10 km/h
3	Fréquence	CD 4V = 60Hz
4	OMV	CD 4V = 120 OMV
5	Marche/arrêt	Ouvert = marche, 0V = arrêt
6	Osc. marche/arrêt	Ouvert = marche, 0V = arrêt
⏚	Terre	0V

Figure 69. Destination des broches et niveaux des signaux pour les connecteurs 3 et 4 d'un oscillomètre.

Senseur A

Le senseur A est un oscillomètre piézoélectrique qui génère un signal analogue proportionnel à son accélération. L'alimentation du senseur A est de 12 V CD (11-15 V CD) et son signal de sortie a un composant CD de 6 V (soit la moitié du voltage d'alimentation). 0,1 V CA à la sortie correspond à une accélération de 1 g.

Attention : Ne laissez pas tomber le senseur A sur une surface dure, et évitez tout soudage à sa proximité. Dans les deux cas le senseur peut être détruit et ne pourra pas être réparé.

Appareils de mesure

Un compactomètre du type ALFA-020 a deux mètres, le CMV et le fréquencemètre. L'ALFA-020R peut être équipé d'un mètre supplémentaire, le mètre RMV (Resonance-Meter-Value, valeur de mesure de résonance). Le compactomètre POM-060 a trois mètres, le mètre OMV, les indicateurs de fréquence et de vitesse, voir tableau 7.

Compactomètre	Mètres
ALFA-020	CMV, fréquence, RMV (en option)
POM-060	OMV, fréquence, vitesse

Tableau 7. Les mètres d'un compactomètre

Tous les mètres sont du type cadran avec une aiguille, sur lequel une échelle entière correspond à 4 V CD (pour le mètre RMV : 2,5 V). Les deux connecteurs au dos des mètres sont pour l'alimentation de la lumière du fond, voir figure 71.

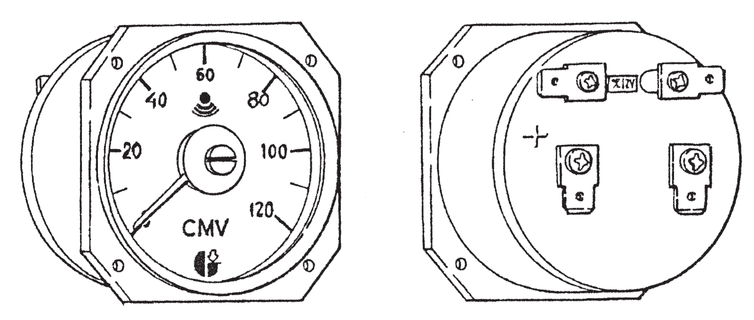


Figure 71. Type cadran

CDS-012-J

Les signaux entrants sont reçus par le CDS via les ports analogique et numérique et sont stockés dans la mémoire CDS sous forme numérique. Les données enregistrées sont affichées lorsque nécessaire sous forme de graphique à l'écran LCD et peuvent être imprimées à condition qu'il y ait une imprimante connectée sériellement au CDS. Les données peuvent aussi être transférées vers un ordinateur pour traitement ultérieur.

Le voltage d'alimentation du CDS est de 12 V CD (min. 11 V et max. 15 V CD). Le courant d'alimentation est d'environ 0,5 A.

Données pour les ports analogiques :

Port	Valeur	Unités	Voltage
CMV	0-120	CMV	0-4 V CD
RMV	0-25	RMV	0-2,5 V CD
Fréquence	0-60	Hz	0-4 V CD

Données pour le port numérique :

Port	Seuil de voltage	Voltage min/max	Commentaire
Senseur I	2V	0V/15V	
Elevé/Bas	2V (TTL)	0V/15V	Elevé : ouvert ou < 0,8V Bas : > 3,8V

Le CDS a une interface sérielle RS 232 avec les caractéristiques suivantes :

- Bauds : 9600
- Longueur de donnée : 8
- Bit d'arrêt : 1
- Parité : aucune
- Protocole : XON/XOFF

Au repos, le signal de sortie est une onde carrée de -9V à +9 V.

Convertisseur CA/CD

Le convertisseur CA/CD (figure 72) s'utilise pour fournir du courant au CDS à partir d'un réseau de 220 V CA, 50 Hz. Le convertisseur a un voltage de sortie de 17-19 V (non chargé) et 12 V CD (avec une charge). Le courant maximum est de 600 mA.

Senseur I

Il s'agit d'un interrupteur de proximité inductif qui détecte les objets métalliques dans ses environs sans contact direct. Le signal du senseur I varie entre 12 V (alimentation, présence d'un objet métallique) et 0 V (terre, pas de métal).

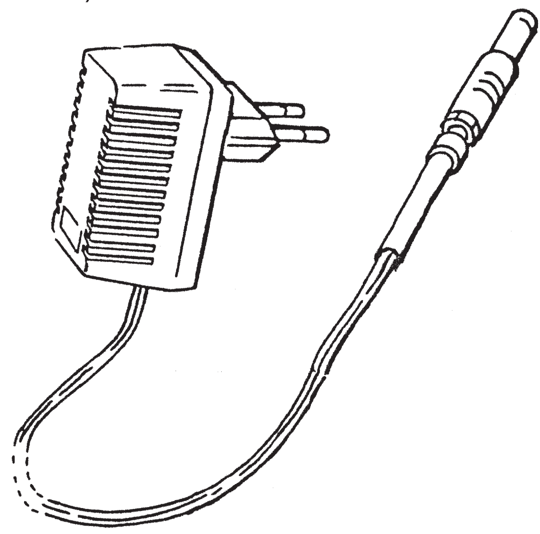


Figure 72. Convertisseur CA/CD

9.2. EQUIPEMENT D'ESSAI

Geodynamik a développé un nombre d'instruments d'essai qui vous aident à localiser facilement et rapidement les défauts. Ce chapitre traite de cet équipement.

Testeur A

Le testeur A (figure 73) simule le senseur A. A l'aide de ce testeur on peut déterminer si oui ou non le problème vient du senseur A.

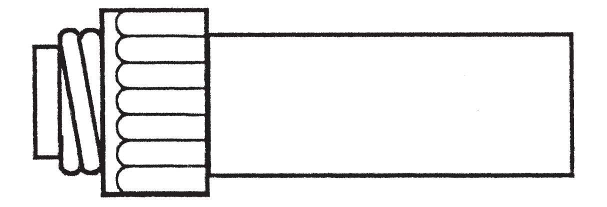


Figure 73. Testeur A

Enlevez le câble du senseur A du processeur et remplacez-le par le testeur A, voir figure 74.

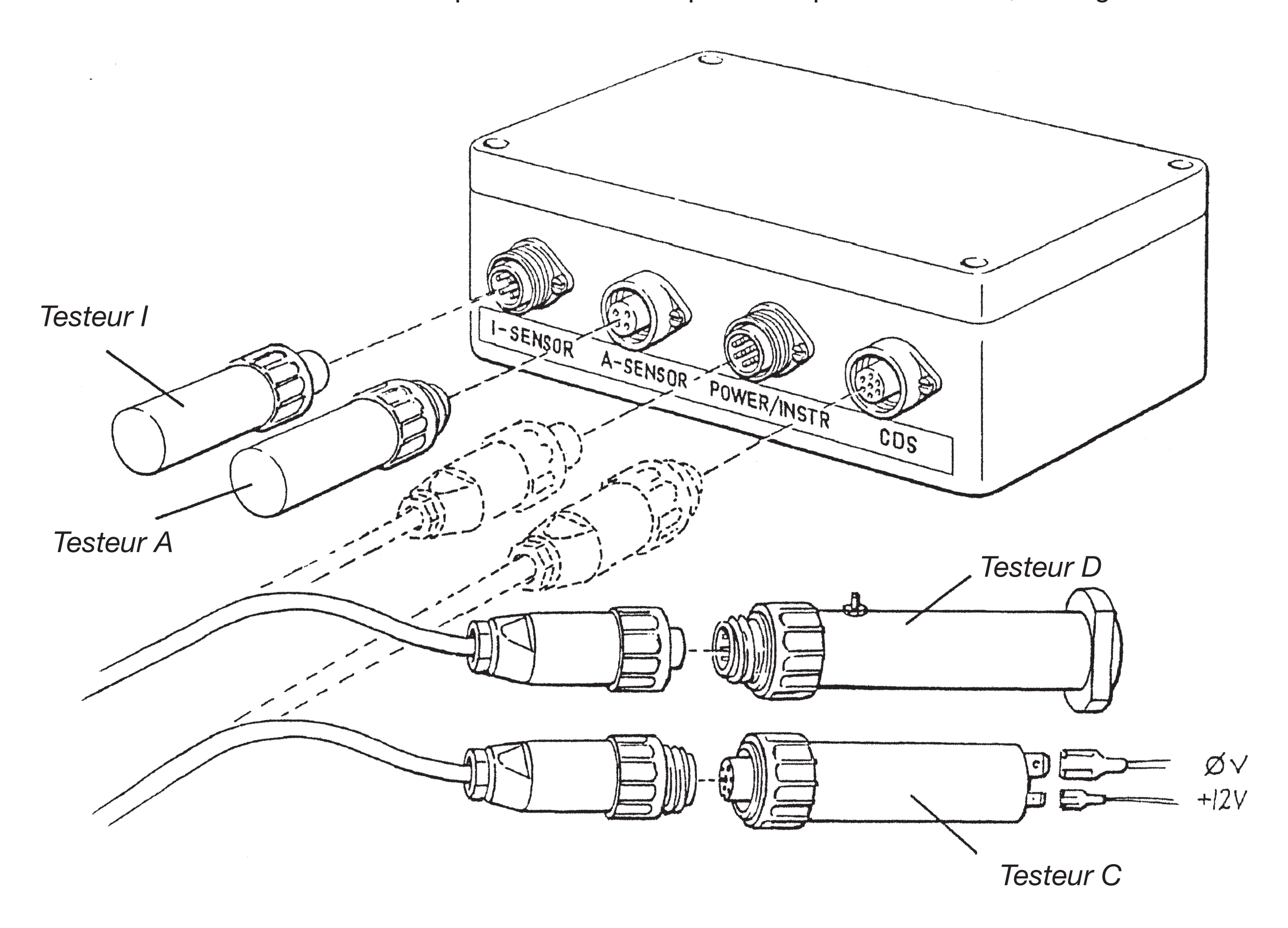


Figure 74. Connexion des testeurs au processeur ALFA -020

Le testeur A génère un signal correspondant au signal d'un senseur A de 100 CMV (entre 95 et 105 CMV) et de 30 Hz (entre 27 et 33 Hz). Si avec le testeur A le mètre CMV indique 100 CMV et que le fréquencemètre mesure 30 Hz, le défaut tient au senseur A.

Testeur I

Le testeur I (figure 75) simule le senseur I. Le testeur I teste le fonctionnement du senseur I et les mesurages de la longueur et de la vitesse.

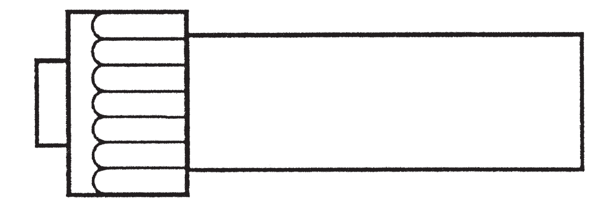


Figure 75. Testeur I

- Enlevez le câble du senseur I du processeur.
- Remplacez-le par un testeur I, voir figure 74.
- Connectez une unité d'affichage CDS au processeur.
- Introduisez 20 impulsions/m et une vitesse de 3 km/h dans le Menu des données du compacteur.

Si l'indicateur de vitesse indique 3 km/h, le problème tient au senseur I.

Testeur D

Le testeur D (figure 76) teste les mètres et l'alimentation en courant de l'ALFA-020.

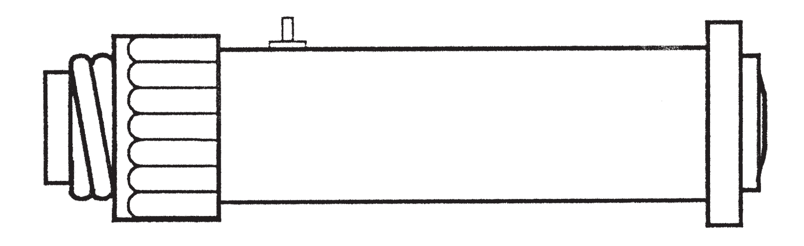


Figure 76. Testeur D

Le testeur D doit être connecté au connecteur courant/instrument à 7 pôles, voir figure 74. Le testeur D fournit 1,5 V, correspondant à 50 CMV (variation acceptée : 45-55) au mètre CMV et 1,5 V, correspondant à 25 Hz (variation acceptée : 22-28 Hz), au fréquencemètre. Si le mètre CMV indique 50 et que le fréquencemètre indique 25, le mètre et les câbles sont en ordre.

Si vous appuyez sur le bouton du testeur D, le testeur fournit au mètre, à travers une résistance, un voltage égal au voltage d'alimentation. A 24 volts le pointeur du mètre va vers la fin de l'échelle et à 12 volts, vers la moitié. De cette façon on peut tester le voltage de l'alimentation.

Testeur C

Le testeur C (figure 77) peut simuler le processeur ALFA -020 ou POM-060, y compris tous les senseurs du système. A l'aide du testeur C on peut tester le fonctionnement du CDS.

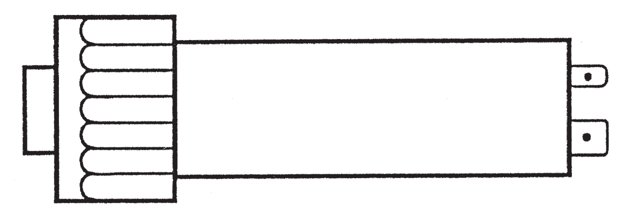


Figure 77. Testeur C

Le testeur C doit être connecté au connecteur à 7 pôles du câble CDS, voir figure 74. Ensuite le CDS peut être alimenté de l'une des façons suivantes :

1. Convertisseur CA/CD ;
2. Source 12 V CD connectée au testeur C (+12 V au contact étroit, 0 V au contact large) ;
3. Au moyen d'un câble spécial connecté entre la douille de l'allume-cigares et le contact marche/arrêt du CDS.

Le testeur C simule un système ALFA-020 ou POM-060 (processeur et senseurs).

Sélectionnez le Menu des données du compacteur du CDS, introduisez les impulsions/m : 20, la fréquence : 30 Hz, la vitesse : 3 km/h. Si le CDS affiche CMV = 100 (95-105), f = 30 Hz (27-33) et v = 3 km/h (2,8-3,2), le problème est dû au processeur et/ou aux senseurs.

Câble d'essai à 4 voies

Un bout du câble d'essai à 4 voies doit être connecté au contact du senseur I ou A du processeur, et l'autre bout au câble du senseur I ou A. Ce câble (figure 78) s'utilise pour mesurer les signaux du senseur I ou A avec un multimètre ou un oscilloscope.

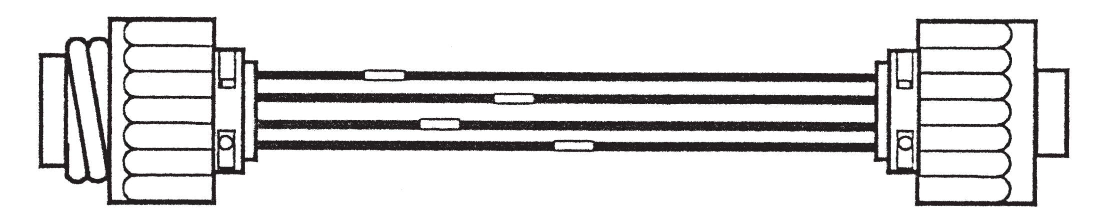


Figure 78. Câble d'essai à 4 voies

On enlève un peu de l'isolation de chaque conducteur pour permettre le mesurage des signaux, figure 78. Le tableau 8 montre la destination des broches du câble d'essai à 4 voies.

Broche	1	2	3	(0V)
Couleur	Brune	Rouge	Orange	Noire

Tableau 8. Broches du câble d'essai à 4 voies

Câble d'essai à 7 voies

Un bout du câble d'essai à 7 voies (figure 79) doit être connecté au processeur CDS ou au contact courant/instrument et l'autre bout au câble CDS ou courant/instrument.

Ce câble s'utilise lorsqu'on mesure les signaux entre le CDS et l'ALFA et lorsqu'on vérifie le voltage d'alimentation et le voltage aux mètres.

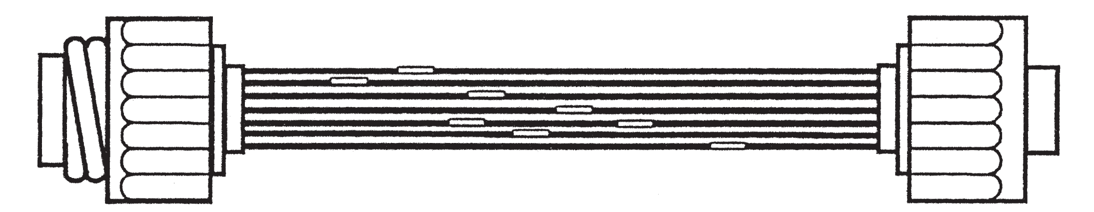


Figure 79. Câble d'essai à 7 voies

On enlève un peu de l'isolation de chaque conducteur pour permettre le mesurage des signaux. Le tableau 9 donne les destinations des broches du câble à 7 voies.

Broche	1	2	3	4	5	6	(0V)
Couleur	Brune	Rouge	Orange	Jaune	Verte	Bleue	Noire

Tableau 9. Broches du câble d'essai à 7 voies

9.3. INDEX DES PROBLEMES CDS-012-J

Utilisez le tableau ci-dessous pour diagnostiquer et résoudre certains des problèmes qui peuvent se produire avec le CDS. Si le problème ne se trouve pas dans la liste ci-dessous, essayez de trouver quelle partie du système ne fonctionne pas correctement à l'aide de l'organigramme de localisation du défaut.

L'écran LCD reste vide lorsqu'on allume l'unité :

- L'unité ne reçoit pas de courant du compacteur.
- La vis pour le contraste est mise en position minimum.
- Le fusible a sauté.
- Faible alimentation en courant.

L'écran LCD est noir lorsqu'on allume l'unité :

- La vis du contraste est mise en position* maximum.
- Faible alimentation en courant.

** Si l'écran reste noir quel que soit le contraste que vous réglez, mettez le contraste au minimum, allumez l'unité et réglez le contraste à votre souhait. Si le problème persiste, contactez votre distributeur.*

Le symbole du compacteur ne se déplace pas ou la vitesse montrée est erronée :

- Le nombre d'impulsions/m introduites dans le Menu CDS des données du compacteur n'est pas correct.
- Le senseur I n'est pas connecté.
- La distance entre l'objet en métal et le senseur I est trop grande.
- Le senseur I est en panne (testez avec le testeur I).

La longueur de bande affichée ne correspond pas à la longueur réelle de bande :

- Le nombre d'impulsions/m introduites dans le Menu CDS des données du compacteur n'est pas correct.
- La distance entre l'objet en métal et le senseur I est trop grande.
- Le senseur I est en panne (testez avec le testeur I).

La fréquence affichée est erronée ou il n'y a pas de fréquence affichée :

- La fréquence introduite dans le CDS n'est pas la fréquence du compacteur (comparez avec un fréquencemètre).
- Le contact est perdu ou le câble CDS est endommagé.
- Le senseur A ou le câble du senseur A est endommagé (testez avec un testeur A).
- Le processeur est endommagé (testez avec un testeur A).

L'horloge et le contenu de la mémoire changent chaque fois qu'on éteint un moment le CDS :

- La batterie de sauvegarde est épuisée, contactez votre distributeur.

L'écran LCD affiche des caractères ou des symboles erronés ou étranges :**

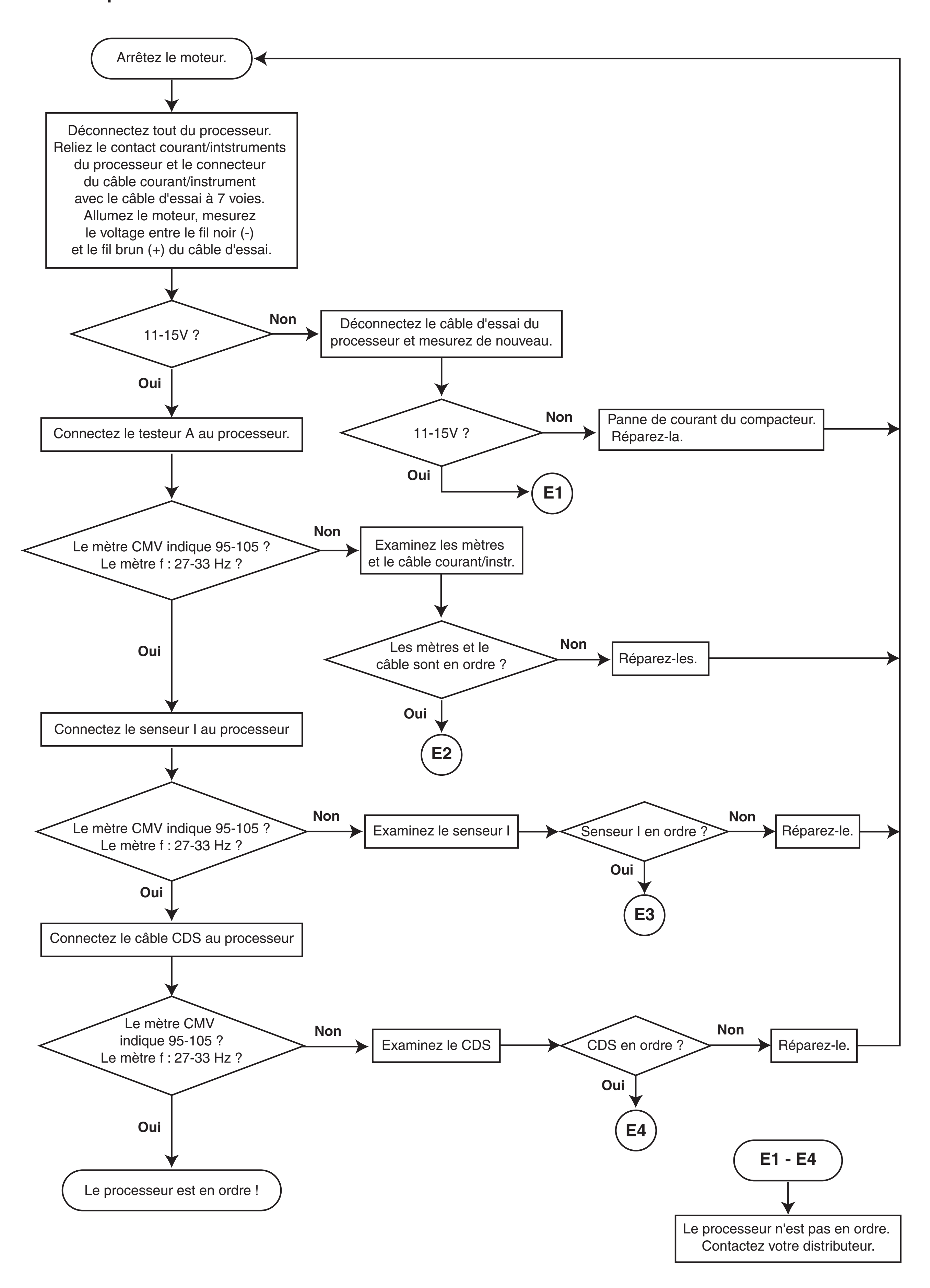
- Pas assez de courant.
- Le processeur est endommagé

Le PC avertit : « Erreur de transmission » :

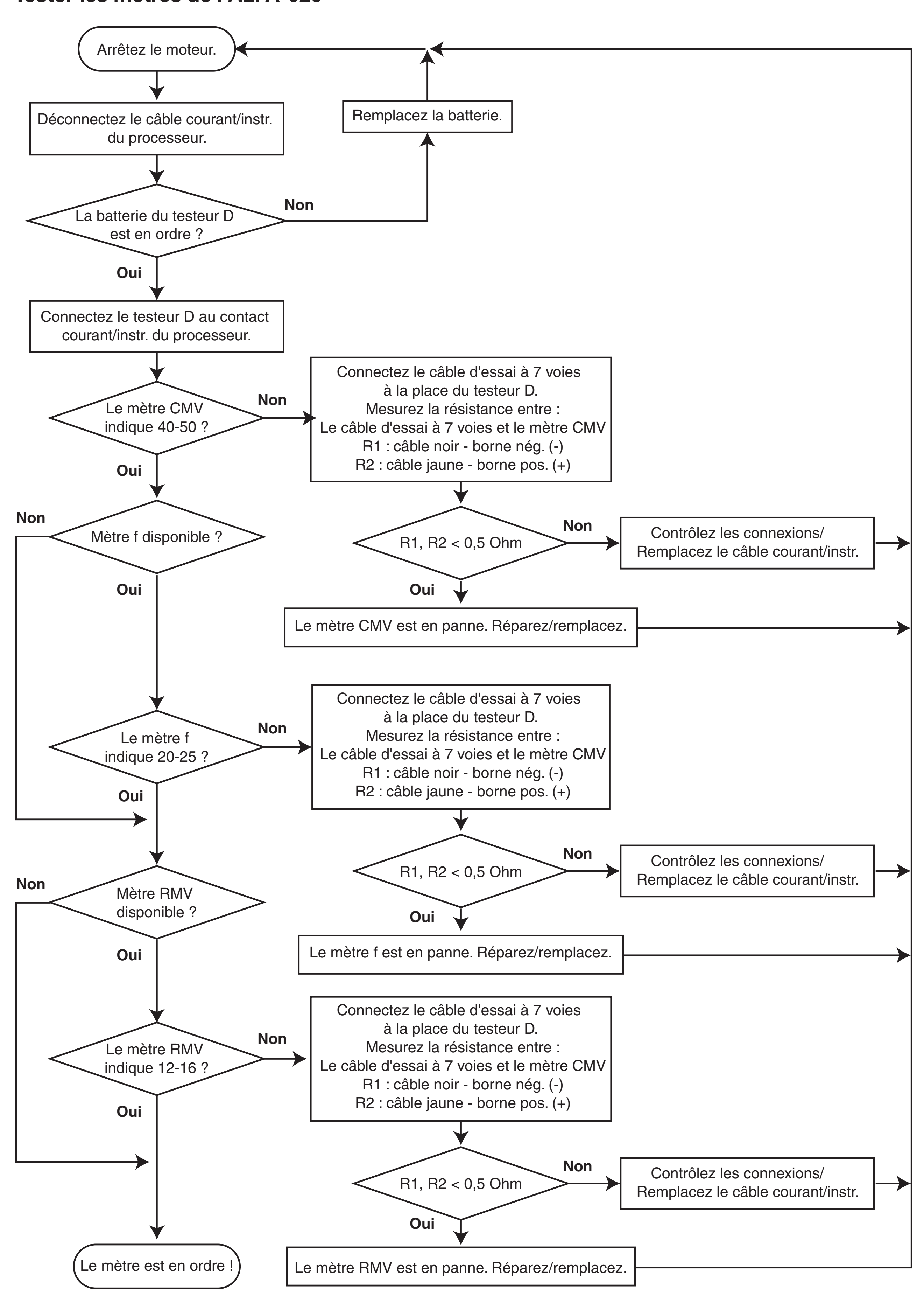
- Vérifiez le câble de l'imprimante (Déconnectez la broche 20 du connecteur DSUB à 25 pôles).
- Interface sérielle en panne (testez avec un autre PC).

*** Erreur de mémoire du CDS. Transférez les données du CDS vers un PC et effacez la mémoire du CDS (voir le Menu de transmission de données ci-dessus).*

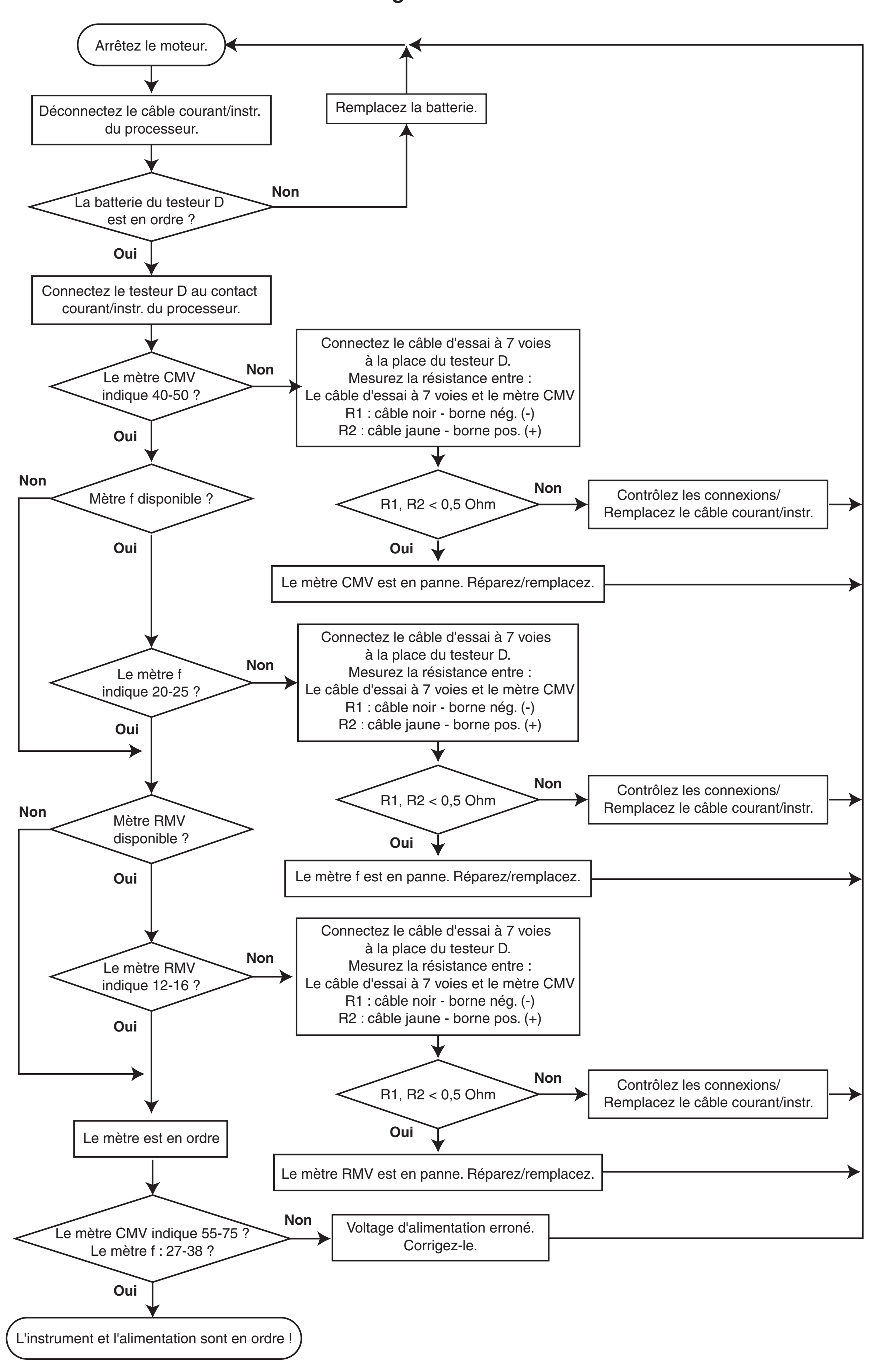
Tester le processeur ALFA



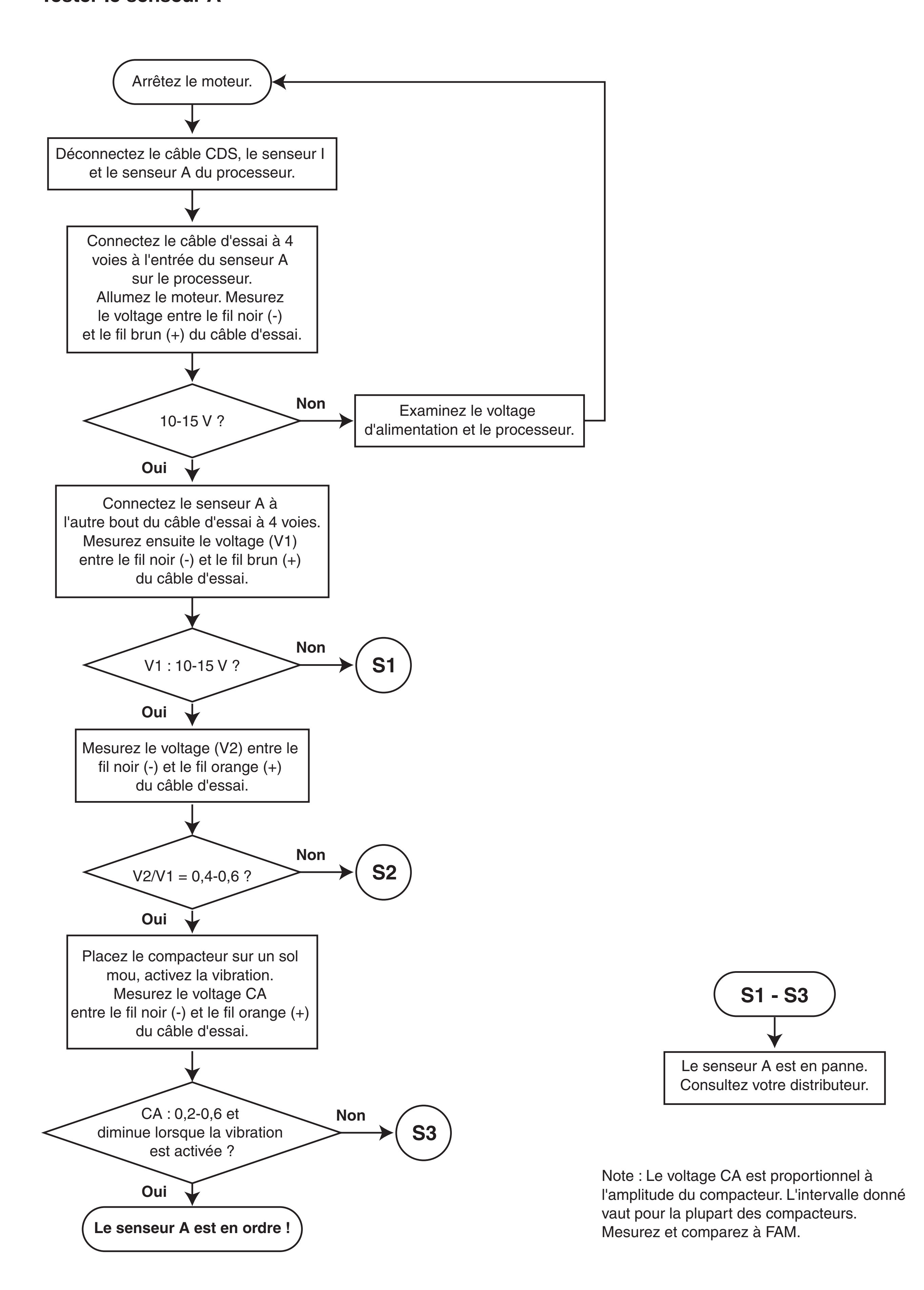
Tester les mètres de l'ALFA-020



Tester les mètres de l'ALFA-020 et le voltage d'alimentation

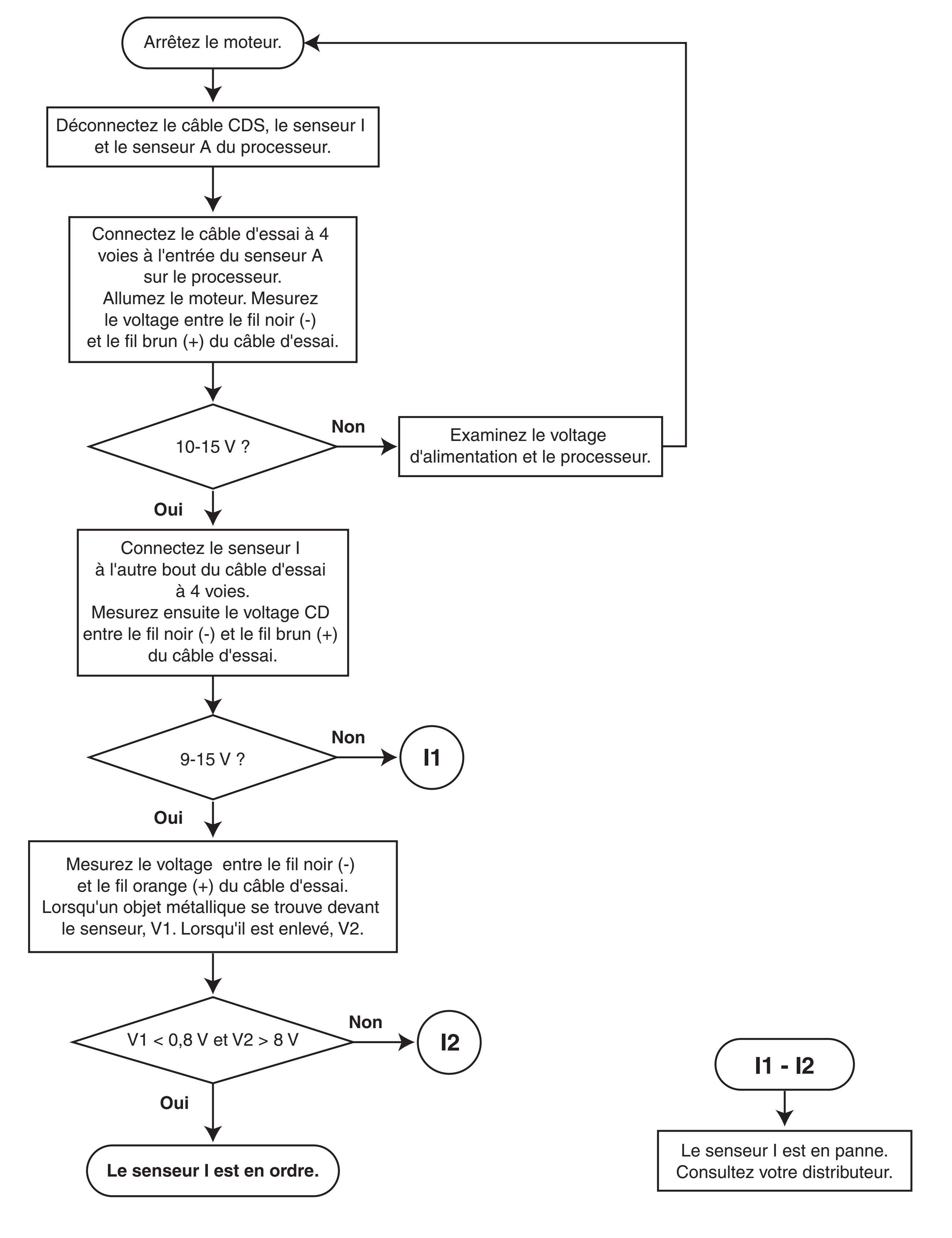


Tester le senseur A

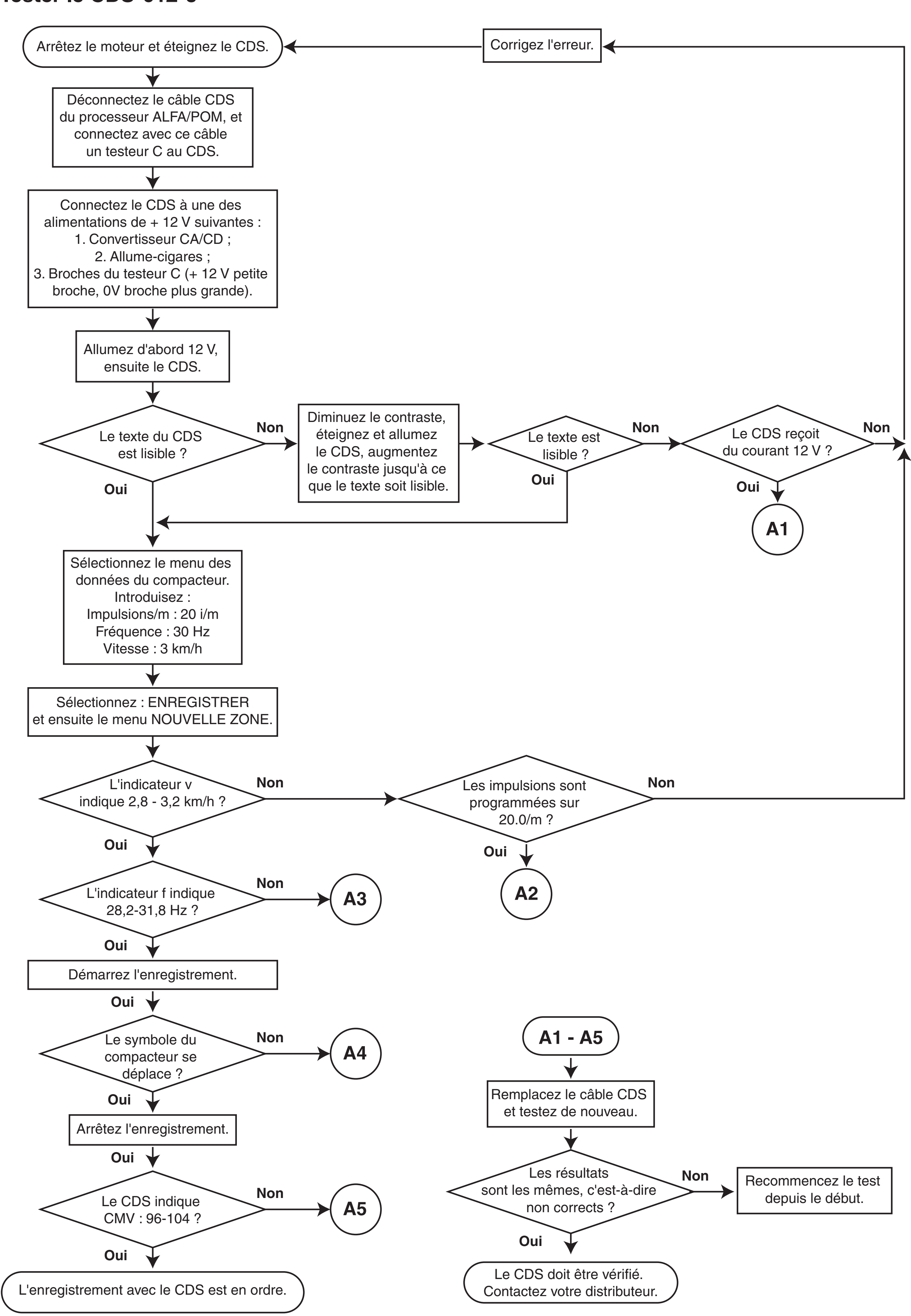


Note : Le voltage CA est proportionnel à l'amplitude du compacteur. L'intervalle donné vaut pour la plupart des compacteurs. Mesurez et comparez à FAM.

Tester le senseur I -008, -012, -018



Tester le CDS-012-J



10. IMPRIMANTE

Il y a deux façons d'imprimer le rapport à partir d'un CDS :

1. Transférer les données du CDS vers un PC à l'aide du logiciel CdsCom ou CdsView, et imprimer le rapport avec l'imprimante connectée au PC, voir figure 80.

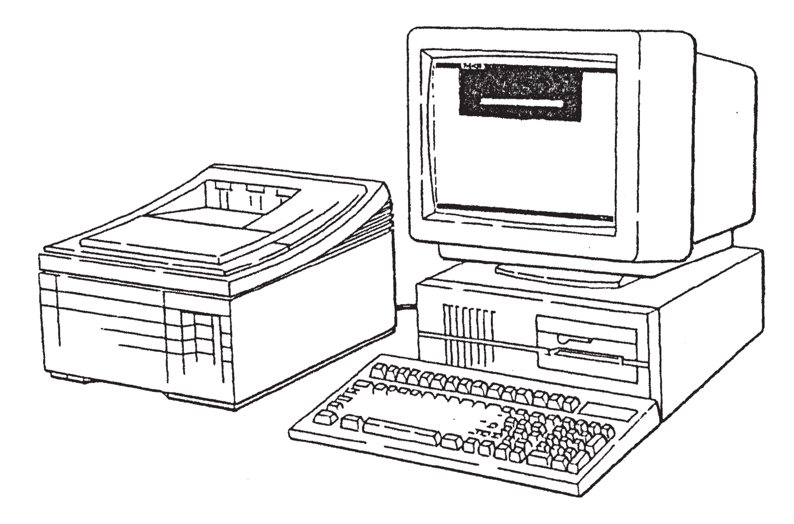


Figure 80. Imprimer à l'aide d'un PC

2. Connecter directement une imprimante au CDS et sélectionner **Imprimer** dans le Menu principal, voir figure 81.

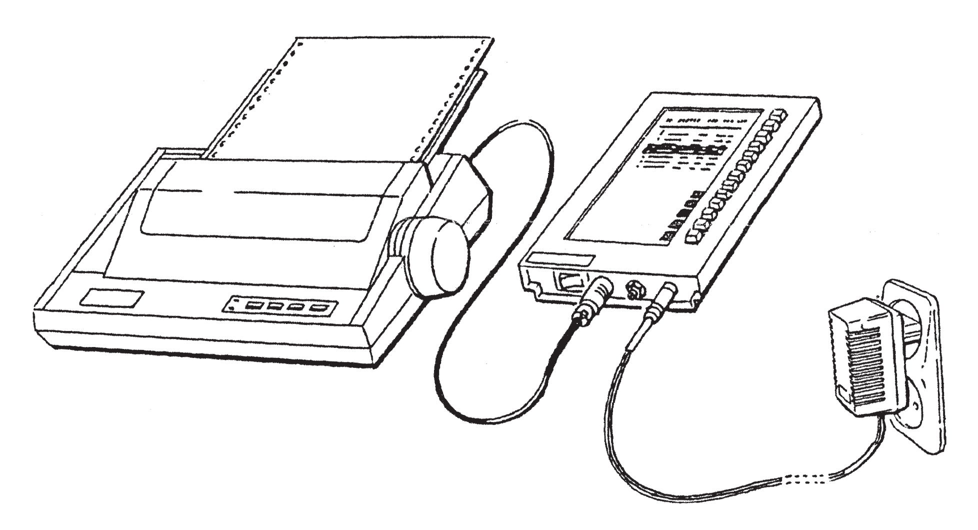


Figure 81. Une imprimante connectée au CDS

Uniquement les imprimantes à interface sérielle (RS 232) peuvent être connectées au CDS et les paramètres de l'imprimante doivent être comme suit :

- Bauds : 9600
- Longueur de données : 8 bits
- Bit d'arrêt : 1

- Parité : aucune
- Protocole : XON/XOFF

Les imprimantes graphiques matricielles et laser qui ont ou qui peuvent émuler HP-PCL peuvent être utilisées pour faire des copies papier à partir du CDS. Le rapport est imprimé à la française et va même sur une page de 11 pouces.

Les imprimantes appropriées sont du type Epson avec une tête d'impression à 9 aiguilles, les imprimantes IBM et les imprimantes qui peuvent émuler le mode IBM. Les imprimantes à 24 aiguilles doivent être ajustées pour émuler les imprimantes IBM à 9 aiguilles (72 points par pouce). Certaines imprimantes à 24 aiguilles (Tels que Epson LQ) ne peuvent pas émuler une imprimante à 9 aiguilles avec une résolution de 72 points par pouce. Si vous utilisez ce genre d'imprimante, les pages seront plus longues qu'un A4.

Une imprimante laser peut s'utiliser à condition qu'elle ait une interface sérielle et qu'elle soit compatible à HP (HP-PCL).

Certaines imprimante à jet d'encre (par exemple HP DeskJet) peuvent aussi être utilisées à condition qu'elles utilisent HP-PCL et aient une interface sérielle.

11. LOGICIEL DE TRAITEMENT DE DONNEES

Geodynamik a développé trois programmes, CdsCom, CdsView et Cds map, pour le traitement des données recueillies. Le tableau 10 ci-dessous donne les fonctions de chacun de ces trois programmes :

	CdsCom	CdsView	CdsMap
Transmission de données vers et du CDS	x	x	
Editer les fichiers de données	x	x	
Calibrage		x	
Fonction fichier de données		x	
Aperçu : diagramme, zoom, diagramme de bande		x	
Impression rapport	x	x	
Aperçu de l'impression		x	
Zone CDS imprimé sur échelle			x
Supporte les imprimantes laser	x	x	x
Supporte les imprimantes matricielles	x	x	
Supporte les traceurs		x	
Choix libre de commandes imprimante		x	
Génère des fichiers par points en couleur / noir et blanc			x
Exporte le calibrage vers les fichiers dBase et Lotus		x	
Fonction d'aide	x		

Tableau 10. Un aperçu général de CdsCom, CdsView et CdsMap

11.1. CDSCOM

CdsCom est un programme pour PC, qu'on utilise pour transférer des données d'un CDS vers un PC, d'un PC vers un CDS et pour imprimer un rapport. Ce programme se contrôle à tangent ou une souris et contient les fonctions pour :

- Transférer des données d'un CDS vers un PC ;
- Transférer des données d'un PC vers un CDS ;
- Afficher ou imprimer une liste de tous les fichiers disponibles et la liste du contenu d'un fichier ;
- Editer des fichiers ;
- Imprimer un rapport, soit directement à partir d'un fichier sauvegardé, soit relayé d'un CDS, sur une imprimante laser ou matricielle.

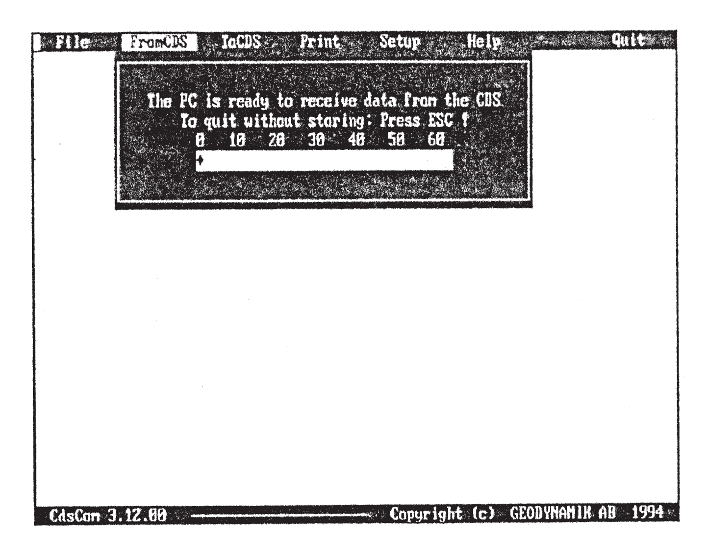


Figure 82. CdsCom : transmission des données à partir d'un CDS

Le programme a un menu qui peut s'utiliser pour modifier ce qui suit :

- La langue
- Le répertoire des données
- Le préfixe des noms de fichiers
- Le port sériel
- Le type d'imprimante
- Le port d'imprimante
- Le retour ligne de l'imprimante

Ce programme contient une fonction d'aide où vous trouvez les réponses à certains problèmes généraux concernant le programme et le rapport.

11.2. CDSVIEW

Le programme CdsView sauvegarde et traite les données recueillies par le CDS, voir figure 83.

Ce programme contient des fonctions pour transmettre des données entre un CDS et un ordinateur et pour sauvegarder des données dans l'ordinateur ou sur disquette. A l'aide de ce programme, on peut obtenir un diagramme d'ensemble ainsi qu'une analyse détaillée des données CMV/OMV sauvegardées. Le diagramme d'ensemble, figure 84, montre les sections et les bandes qui ont été enregistrées.

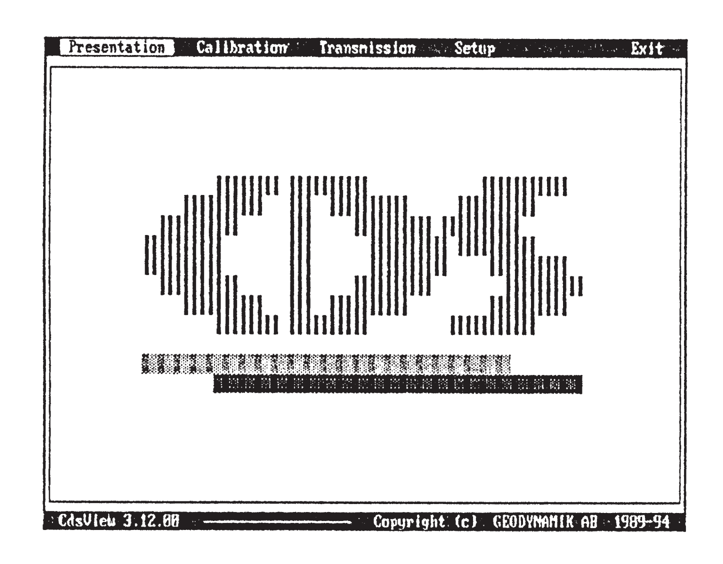


Figure 83. Menu principal de CdsView

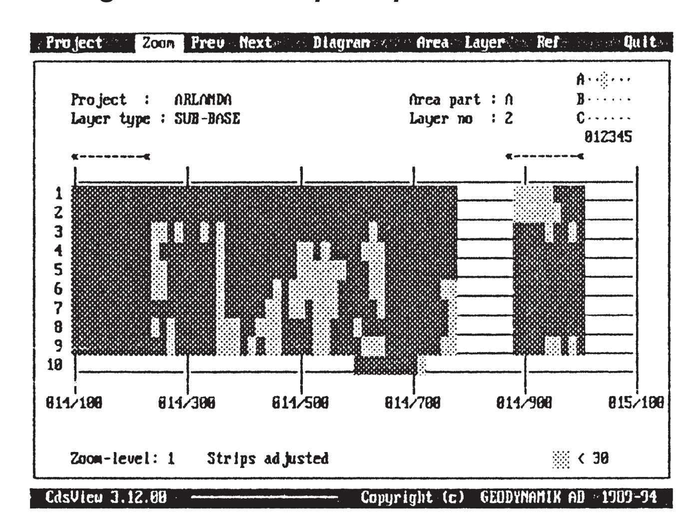


Figure 84. Diagramme d'ensemble

On peut obtenir des informations détaillées en faisant un zoom, voir figure 85.

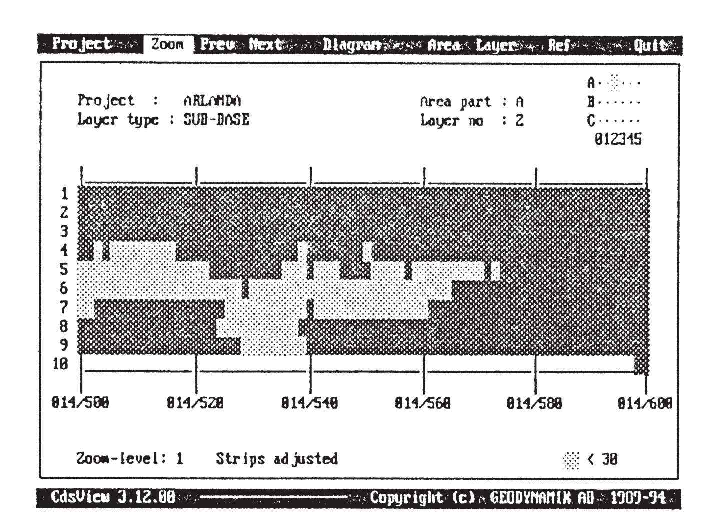


Figure 85. Fonction zoom

Les informations peuvent aussi être présentées sous forme d'un diagramme graphique qui montre les résultats de compactage dans une bande, voir figure 86.

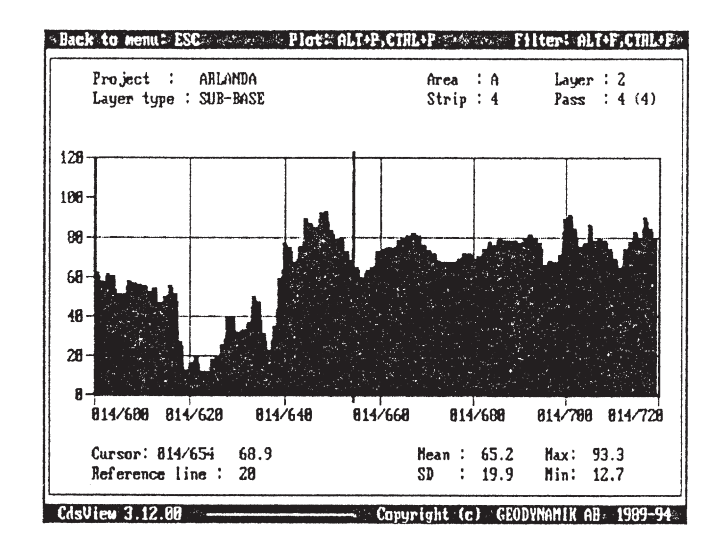


Figure 86. Diagramme de bande

Ce programme peut aussi s'utiliser pour introduire manuellement et pour sauvegarder les données des méthodes d'essai traditionnelles pratiquées en des endroits archivés par le CDS. Le programme peut générer un diagramme de calibrage et tracer les résultats des essais traditionnels en face des valeurs de mesure de compactage obtenues dans la même zone et aux mêmes endroits, voir figure 87. Ce diagramme de calibrage peut être imprimé par une imprimante ou un traceur.

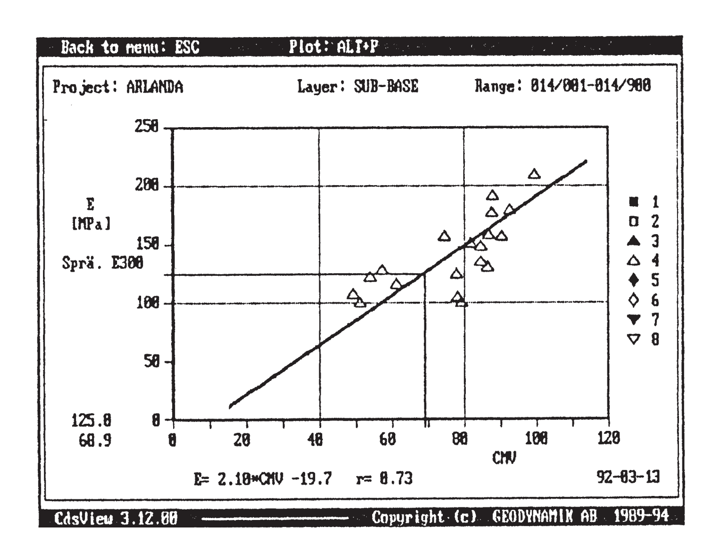


Figure 87. Diagramme de calibrage

Les données de calibrage peuvent aussi être stockées dans un format Lotus ou dBase pour un traitement ultérieur avec d'autres logiciels.

11.3. CDSMAP

CdsMap est un logiciel qui a été créé pour générer un dessin sur échelle d'un plan d'un nombre donné de zones CDS et pour imprimer le dessin avec une imprimante laser. Ce programme peut aussi créer des fichiers par points (des fichiers *.bmp) en couleur ou en noir et blanc. Ces images bitmap peuvent alors être importées dans un autre logiciel pour PC.

Toutes les données dont le programme a besoin doivent être éditées dans un fichier de commande. Le fichier de commande de CdsMap est un fichier pur texte et peut être créé à l'aide d'un programme pour créer des textes ou d'un programme de calcul.

Les données suivantes doivent être introduites au début du fichier de commande, chacune sur une ligne séparée. C'est-à-dire que les six premières lignes doivent contenir par ordre :

1. Le titre qui doit être imprimé au-dessus du dessin ;
2. La coordonnée x : l'angle inférieur gauche du dessin. La direction x est supposée aller vers la droite ;
3. La coordonnée y : l'angle inférieur gauche du dessin. La direction y est supposée aller vers le haut ;
4. Impression à la française ou à l'italienne ;
5. La résolution à utiliser dans l'imprimante ;
6. L'échelle.

Après les six lignes ci-dessus, éditez les fichiers CDS pour tracer le dessin. L'ordre dans lequel ces fichiers sont introduits n'est important que si les zones se chevauchent, c'est-à-dire que si dans deux fichiers se trouvent des données venant de la même zone, les données du fichier qui a été introduit le dernier apparaîtra parce que le premier sera écrasé.

Normalement, le programme reçoit la dimension et la position des zones des fichiers CDS sauvegardés. Si certaines de ces données manquent dans les fichiers CDS, les données manquantes peuvent être éditées dans le fichier de commande.

Les données suivantes peuvent être introduites dans le fichier de commande (la valeur dans le fichier de commande remplace celle éventuellement présente dans les fichiers de données) :

1. Les limites pour l'échelle en teintes grises ;
2. Les coordonnées pour la ligne de référence ;
3. La largeur de bande ;
4. Les coordonnées pour les coins inférieur et supérieur gauches d'une zone.

Vous pouvez aussi introduire le nom du fichier par points et la teinte grise pour l'impression en noir et blanc.

La figure 88 montre un graphique CdsMap d'une décharge à Winkl.

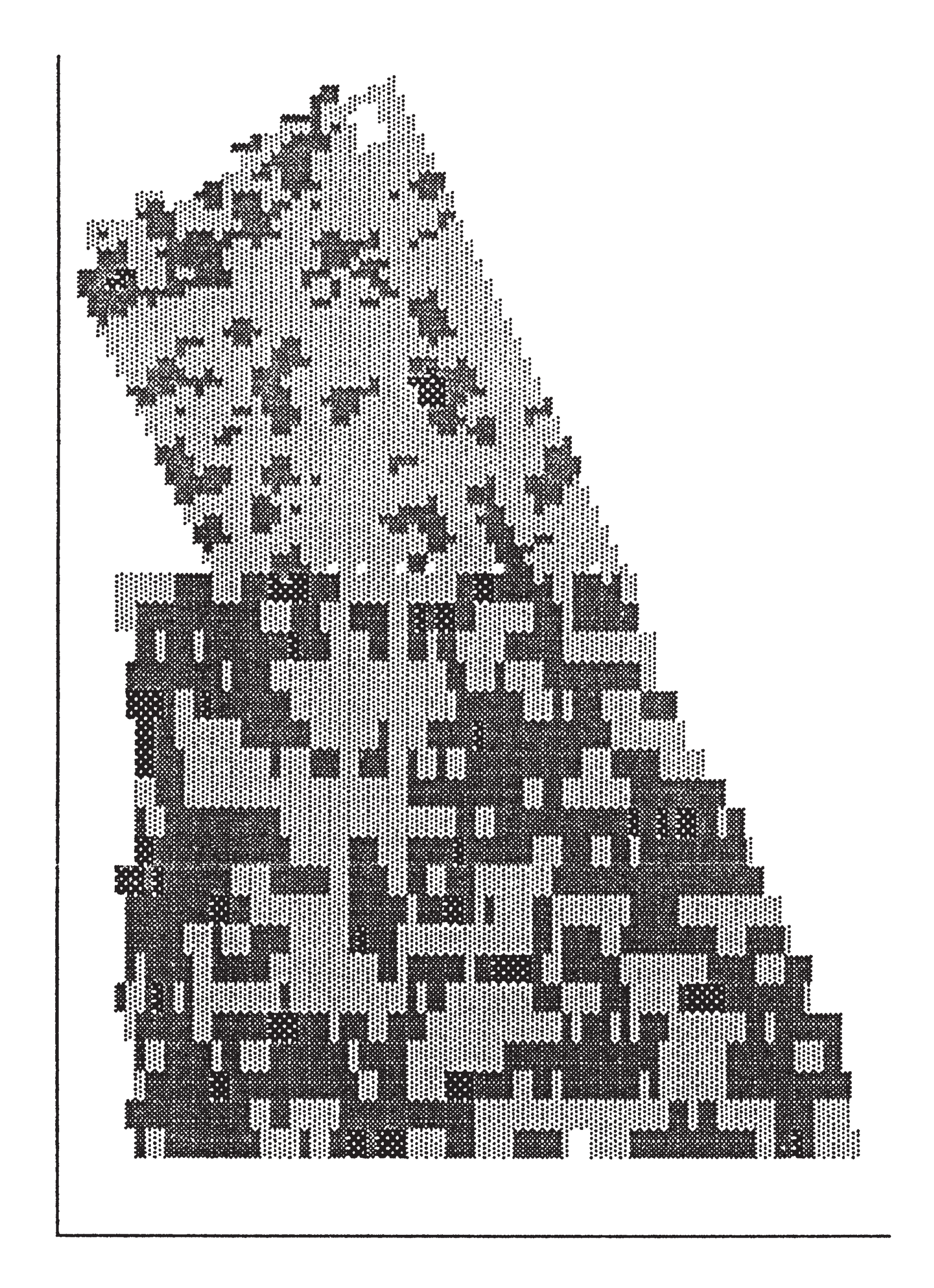


Figure 88. Graphique CdsMap d'une décharge à Winkl

12. REMPLACER L'EPROM

Attention ! Ceci ne peut être fait que par un technicien qualifié.

Avant de remplacer l'EPROM :

- Sauvegardez les données dans le CDS.
- Déconnectez le CDS de l'alimentation.
- Retournez le CDS et dévissez les 12 vis autour de la base. Utilisez un tournevis n° 1, par exemple BACHO 561. Ne dévissez pas les deux vis supérieures du panneau frontal.
- Enlevez le couvercle du fond.

Manipuler CMOS/IC

- Attention à l'électricité statique !
- Assurez-vous que ni l'EPROM, ni le CDS, ni vous n'êtes chargés.

Enlever l'EPROM

- Utilisez un extracteur.
- Au cas où vous n'auriez pas d'extracteur EPROM, utilisez un petit tournevis. Poussez lentement l'EPROM par en dessous, alternativement des deux bouts de l'EPROM. Soyez très prudent pour ne pas endommager la carte imprimée ou un autre élément.

Installer un nouvel EPROM

- Assurez-vous que l'EPROM se trouve dans la bonne direction. Le bout avec une découpe en demi-cercle doit faire face à la gauche.
- Dirigez les broches d'un côté du IC dans leurs douilles mais ne les enfoncez pas dans l'IC.
- Tenez fermement l'EPROM par les deux bouts et poussez-le lentement d'un côté de façon à ce que toutes les broches de l'autre côté s'introduisent dans les douilles.
- Contrôlez pour vous assurer que toutes les broches EPROM soient dans les douilles et poussez tout l'IC en place avec précaution !

Tester le nouveau programme

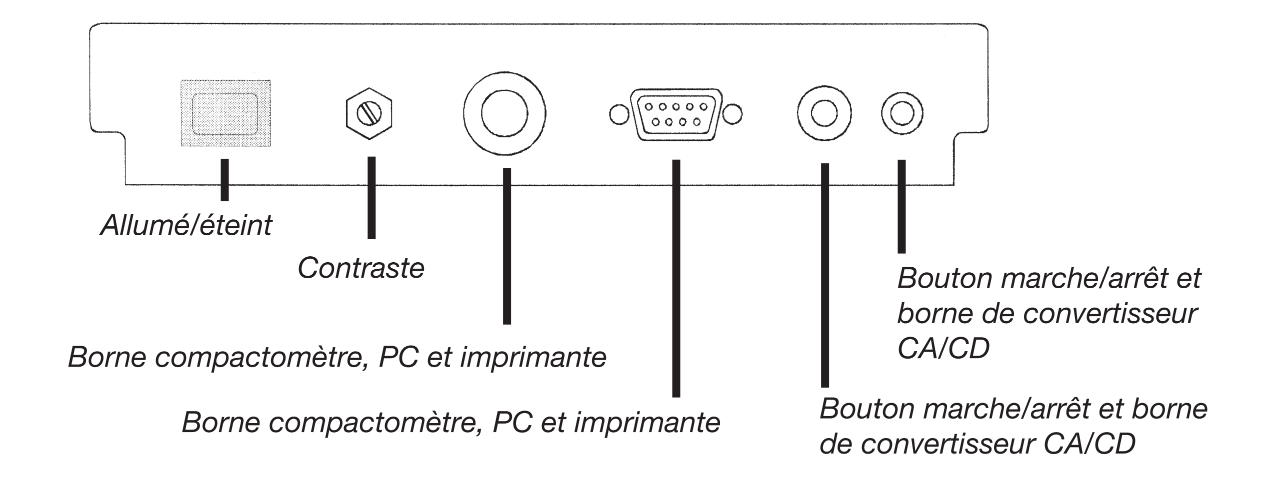
- Si le programme précédent était une version antérieure, un message apparaîtra pour vous prévenir que la mémoire sera effacée.

- Appuyez sur la deuxième touche à partir du haut pour entrer dans le Menu des paramètres. Sélectionnez les paramètres que vous souhaitez, par exemple le type d'imprimante, la langue, la société etc.

- Contrôlez tous les menus et assurez-vous que le programme s'exécute correctement.

13. SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Dimensions (élément d'affichage) :	305 x 200 x 37 mm
Poids (élément d'affichage) :	2900 g
Voltage :	12 V (11-15 V)
Courant :	500 mA
Ecran :	LCD, 222 x 98 mm (640 x 200 pixels)
Mémoire :	400 000 m² ou maximum 32 zones
Horloge interne :	alimentée par batteries intégrées lorsque le CDS est éteint. Les batteries durent au moins 5 ans.
Connexions :	les connecteurs sur le panneau frontal du CDS se présentent comme ci-dessous :



Type : Châssis à 11 pôles
Fischer D105A056

Broche	Fonction
1	CMV/OMV
2	+ 12 V
3	Senseur de proximité
4	Elevé/bas
5	Fréquence (analogique)
6	RMV
7	RXD
8	Signal terre
9	TXD
10	0V (terre)
11	-

Type : Châssis à 3 pôles
D102A052

Broche	Fonction
1	+ 12 V
2	Marche/arrêt
3	0V

14. PIECES DE RECHANGE

Alfa-020R	
Processeur	ALFA-020R-001
Câble	ALFA-020-002
Cadran CMV	ALFA-020-003
Cadran fréquence	ALFA-020-004
Cadran RMV	ALFA-020-005
Senseur A	A-SENSOR-001
Testeur A	ALFA-020-020
Testeur D	ALFA-020-021
Câble d'essai à 4 pôles	ALFA-020-022
Câble d'essai à 7 pôles	ALFA-020-023
Mode d'emploi	ALFA-020-051F

CDS-012	
Unité d'affichage	CDS-012-001
Plaque de montage	CDS-012-002
Câble CDS	CDS-012-003
Convertisseur CA/CD	CDS-012-004
Bouton marche/arrêt	CDS-012-005
Plaque de montage (plastique)	CDS-012-006
Senseur I M8*1	I-SENSOR-008
Senseur I M12*1	I-SENSOR-012
Senseur I M18*1	I-SENSOR-018
Testeur I	CDS-012-020
Testeur C	CDS-012-021
Câble imprimante - J1	CDS-012-030
Adaptateur fiche/prise - J1	CDS-012-032
Adaptateur PC 25-9 broches - J1	CDS-012-033
Câble sériel de l’imprimante - J2	CDS-012-035
Adaptateur fiche/prise - J2	CDS-012-036
Adaptateur PC 25-9 broches - J2	CDS-012-037
Mode d'emploi	CDS-012-015F
EPROM	CDS-012-080

Accessoires	
Boîte d'entretien	SERV-001
Boîte de jonction (ALFA-N)	CDS-012-010
Kit de montage (ALFA-020, CDS-012)	CDS-012-011
Kit de montage (ALFA-N, CDS-102)	CDS-012-012
Câble allume-cigares (PC/imprimante)	CDS-012-013
Câble T (PC/Imprimante)	CDS-012-014
Simulateur - 002	CDS-012-041